Betrieblicher Umweltschutz Baden-Württemberg



- Metallbearbeitung
- Schreiner
- Kraftfahrzeuggewerbe
- Maler und Stuckateure
- Druckindustrie und Papierverarbeitung
- Zimmerer
- Gebäudereiniger
- Rechtsgrundlagen
- Wichtig für alle Branchen

www.umweltschutz-bw.de



Baden-Württemberg
WIRTSCHAFTSMINISTERIUM

Der Inhalt dieses PDF-Dokuments ist ein Auszug aus der Internetplattform www.umweltschutz-bw.de mit **Stand vom 17.11.2005.**

Spätere Änderungen finden sich stets aktuell auf der Website selbst. Sie werden in der nächsten PDF-Version dieses Dokuments berücksichtigt.

Die im Dokument enthaltenen Links führen auf die Plattform www.umweltschutz-bw.de bzw. auf Websites Dritter. Voraussetzung dafür ist eine bestehende Internetverbindung.

Impressum

Herausgeber	Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg Theodor-Heuss-Straße 4 70174 Stuttgart
Redaktion	Helmut Haybach Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH, Lemgo E-Mail: haybach.tzh@tischler.de Roland Schestag Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg Informationszentrum für betrieblichen Umweltschutz (IBU) E-Mail: roland.schestag@wm.bwl.de Mit Unterstützung des Verband des Zimmerer- und Holzbaugewerbes Baden-Württemberg, Stuttgart E-Mail: wschaefer@holzbau-online.de
Umschlaggestaltung	Axel Goehner Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg
Fotos	Das Bildmaterial wurde uns freundlicherweise von den Autoren zur uneingeschränkten Nutzung überlassen.

Haftungsausschluss:

Die Informationen, die Sie in diesem Dokument vorfinden, wurden nach besten Wissen und Gewissen sorgfältig zusammengestellt und geprüft. Es wird jedoch keine Gewähr - weder ausdrücklich noch stillschweigend - für die Vollständigkeit, Richtigkeit, Aktualität oder Qualität und jederzeitige Verfügbarkeit der bereit gestellten Informationen übernommen.

In keinem Fall wird für Schäden, die sich aus der Verwendung der abgerufenen Informationen ergeben, eine Haftung übernommen. Alle Angebote sind freibleibend und unverbindlich. Das Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg behält es sich ausdrücklich vor, Teile oder das gesamte Angebot ohne gesonderte Ankündigung zu verändern, zu ergänzen, zu löschen oder die Veröffentlichung zeitweise oder endgültig einzustellen.

Websites dritter Anbieter/Verweise:

Dieses Dokument enthält auch Verweise auf Websites Dritter. Diese Verweise zu den Websites Dritter stellen keine Zustimmung zu deren Inhalten durch den Herausgeber dar. Es wird keine Verantwortung für die Verfügbarkeit oder den Inhalt solcher Websites übernommen und keine Haftung für Schäden oder Verletzungen, die aus der Nutzung - gleich welcher Art - solcher Inhalte entstehen. Mit den Verweisen zu anderen Websites vermittelt das Wirtschaftsministerium den Nutzern lediglich den Zugang zur Nutzung der Inhalte. Für illegale, fehlerhafte oder unvollständige Inhalte und für Schäden, die aus der Nutzung entstehen, haftet allein der Anbieter der Seite, auf welche verwiesen wird.

Anregung zur Rückmeldung:

Befinden sich aus Ihrer Sicht in diesem Dokument und damit auf unserer Internetseite falsche, veraltete oder unvollständige Informationen? Haben Sie Anregungen und Ideen, wie man die Seite noch informativer und interessanter gestalten könnte? Dann teilen Sie uns dies bitte mit:

Roland Schestag
Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg
Informationszentrum für betrieblichen Umweltschutz (IBU)
E-Mail: roland.schestag@wm.bwl.de
Telefon: 0711 / 123 – 2573

Inhaltsverzeichnis

Die Zimmerer - die Zukunft des Bauens hat schon begonnen



Das Bauen im 21. Jahrhundert muss

- mit **nachhaltigen Baustoffen** erfolgen,
- die mit **geringen Umweltauswirkungen** hergestellt und
- einen **minimalen Energieverbrauch** ermöglich sowie
- **unterschiedlichsten Wohn- und Nutzungsform** gerecht werden,
- in denen die Menschen **sich wohl fühlen**.

Das Zimmererhandwerk ist genau der richtige Partner, um diese Anforderungen systematisch in die Praxis umzusetzen. Der Werkstoff Holz ist nicht nur von hoher Nachhaltigkeit gekennzeichnet, er ist auch sehr flexibel einsetzbar und kann den individuellen Wünschen der Kunden gerecht werden.

Zunehmender Wettbewerb stellt steigende Anforderungen an Produktivität und Effektivität. Dies bedeutet

- verstärkte Kooperation
- steigende Vorfertigung der Bauteile in der Werkstatt
- ständige Verbesserung der internen Zusammenarbeit.

Der **Kunde erwartet mehr Kompetenz** von Handwerkern, um mit einem Ansprechpartner im Ausbau- und Modernisierungsbereich auch komplexere Vorhaben umsetzen zu können. Das bedeutet **mehr Verantwortung** für den Zimmerer im Hinblick auf Planung und Ausführung für seinen eigenen Betrieb wie auch für die Partner, mit denen die Bauvorhaben erstellt werden.

Der **Umwelt- und Arbeitsschutz** muss sich in diesen Trend einbinden lassen, er muss **Teil eines modernen betrieblichen Managements** werden, das gemeinsam mit den Mitarbeitern die Arbeitssituation ständig optimiert. Ziel muss es sein, **Störungen im Betriebsablauf zu vermeiden** und dem **hohen Qualitätsanspruch an das eigene Produkt** gerecht zu werden.

Planung/Modernisieren



Die Planung eines Betriebes ist ein sehr komplexes Vorhaben. Viele Aspekte rechtlicher, fertigungstechnischer und planerischer Art sind zu bedenken. **Von daher sollte man bei einer Neu- und Umplanung immer die Hilfestellung der Fachberater des Verbandes in Anspruch nehmen**.

Der Zimmerer muss eine Vielzahl von Funktionen an seinem Standort sicherstellen. Neben Lagerbereichen gilt es Maschinen und Handarbeitsplätze einzuplanen. Dem optimalen **Materialfluss** kommt eine große Bedeutung zu. Dies erfordert die sinnvolle Einbindung einer **Infrastruktur** in Form von Druckluft, Beleuchtung, Absaugung etc.

Der Aspekt **Lärmschutz** spielt eine besondere Rolle für die Akzeptanz einer Zimmerei in ihrer Umgebung. Daneben gehen auch von der **Oberflächenbehandlung** Umwelteinwirkungen aus, die aber durch eine abgestimmte Planung minimiert werden können. So können unnötige Belästigungen der Nachbarschaft vermieden werden.

Der Zimmerer hat die Möglichkeit, Holzabfälle aus der Fertigung für die Wärmerzeugung im Betrieb zu nutzen. Die planerischen Aspekte einer modernen **Holzfeuerung** werden auf der entsprechenden Seite erläutert. Daneben werden allgemeine Hinweise für die Einbindung des **Brandschutzes** in die Betriebsplanung gegeben.

Bauantrag

Bei allen Neu- oder Umbauvorhaben von Zimmereibetrieben muss die Vorstellung der Inhaber mit einer großen Anzahl von gesetzlichen Vorgaben abgestimmt werden:

- Gewerberecht (Gewerbe-, Handwerksordnung)
- Baurecht (Landesbauordnung, Abstandserlass, Energieeinsparverordnung, ...)
- Immissions- und Umweltschutzrecht (Bundesimmissionsschutzgesetz)
- Brandschutz (Landesbauordnung, Betriebssicherheitsverordnung)
- Arbeits- und Gesundheitsschutz (Arbeitsstättenverordnung, Gefahrstoffverordnung, Unfallverhütungsvorschriften)

Checkliste mit allen relevanten Kriterien für Ihre Standortwahl (pdf, 43 KB)

Leider sind die Vorgaben der Bauordnungen und Arbeitsschutzvorschriften nicht immer aufeinander abgestimmt. Es gilt der Grundsatz, dass immer die **jeweils höheren Anforderungen zu berücksichtigen sind**. Im Einzelnen muss dann verglichen werden, ob und wie sich die Anforderungen der Landesbauordnung von denen der Arbeitsstättenverordnung unterscheiden und welche Bestimmungen weitergehender sind. Weitere Details finden sich auf der Seite Rechtsgrundlagen > Sonstiges Umweltrecht > Baurecht.

Es ist empfehlenswert, sich schon in der Planungsphase fachlichen Rat einzuholen und in der Zusammenarbeit folgender Stellen eine optimale Lösung auszuarbeiten:

- Verband
- Handwerkskammer
- Baubehörde
- Gewerbeaufsicht
- Berufsgenossenschaft
- Hausbank
- Steuerberater

Als Richtgröße bei der Ermittlung der **Betriebsgröße** können folgende Werte genannt werden:

Anzahl Mitarbeiter	m² pro Mitarbeiter
bis 8	100 - 120
8 - 12	90 - 110
12 - 20	80 - 100
über 20	70 - 90

Quelle: Planung und Einrichtung von Tischler-/Schreinerbetrieben, S. 14

Bei der Bestimmung der **Grundstücksgröße** sind folgende Faktoren zu berücksichtigen:

1. Betriebsgröße (s.o.)
2. Sonstige Gebäude
   (Ausstellungsräume, Büroräume, Materiallager, Garagen, evtl. Wohnhaus, ...)
3. Grundflächenzahl (GRZ) entsprechend Baunutzungsverordnung
   Diese wird im Bebauungsplan festgelegt, bei einer GRZ von 0,8 dürfen nur 80 % der Grundstücksfläche bebaut werden.
4. Freiflächen
   Grenzabstände, Parkplätze, Verkehrsflächen
5. Reserveflächen
   Um eine spätere Betriebserweiterung zu ermöglichen.

Materialtransport

In jedem Zimmererbetrieb müssen Werkstoffe, Materialien, halbfertige Teile u.ä. transportiert werden. Zum Materialtransport gehören alle Vorgänge, bei denen Werkstücke bewegt werden, ohne dass dabei eine Bearbeitung erfolgt. **Typische Transportvorgänge** sind:

- Materialentladung bei der Anlieferung
- Transport der Materialien in das Materiallager
- Materialentnahme aus dem Lager
- Transport von Werkstücken von Maschine zu Maschine
- Eingabe von Werkstücken in die Maschine
- Abnahme und Ablegen von Werkstücken hinter der Maschine
- Umstapeln und Weitertransport von zwischengelagerten Werkstücken
- Transport von halbfertigen Teilen zur Weiterbearbeitung
- Transport von fertigen Teilen in das Fertiglager
- Beladen von Lieferfahrzeugen

Transportvorgänge gehören zu den Neben- oder **Verteilzeiten**. Hier findet keine direkte Bearbeitung statt. **Gerade in Handwerksbetrieben werden für diese unproduktiven Zeiten bis zu 40 % der gesamten Anwesenheitszeiten benötigt.** Deshalb ist es sehr wichtig, bereits in der Bauplanung die Rahmenbedingungen für den Transport so optimal wie möglich zu legen, aber auch später die Transportvorgänge in der Werkstatt und im Lager immer wieder kritisch unter die Lupe zu nehmen, um die Produktivität zu verbessern.

Dabei gilt es zunächst einmal den typischen **Ablauf des Fertigungsflusses** festzulegen. Wer eine gemischte Fertigung bevorzugt, muss viele unterschiedliche Transportwege in Kauf nehmen, kann aber dafür auch sehr flexibel auf alle Kundenwünsche reagieren. Angesichts der hohen Maschinenkosten geht allerdings der Trend zu einer erhöhten Spezialisierung in der Fertigung hin. Dadurch können auch die Transportwege besser optimiert werden und der Platzbedarf wird insgesamt geringer.

Bei der konkreten **Wahl und Gestaltung der Transporthilfen** sollte man grundsätzlich von folgenden Fragen ausgehen:

1. **Transportgut:** Was muss transportiert werden?
2. **Transportmenge:** Wie viel muss transportiert werden?
3. **Transportwege:** Wohin soll transportiert werden?
4. **Transportbedingungen:** Welche Randbedingungen sind zu berücksichtigen? (Fußbodenbeschaffenheit, Höhe, Steigungen...)
5. **Transportmittel:** Womit soll transportiert werden?

Manueller Transport

Manuelles Handling



Der Transport von Hand ist bei den Gewichten der Balken, Schalungstafeln und Massivholzbohlen häufig mit **erheblichen körperlichen Anstrengungen** verbunden. Zur Vermeidung von Rückenschäden sollten die Beschäftigten darin unterwiesen werden, wie sie die Belastung der Wirbelsäule so gering wie möglich halten. Nur wer aus den Beinen heraus die Last auf- und absetzt und dabei Drehbewegungen vermeidet, beugt Überlastungen vor. **Auch Tragen und Transportieren will gelernt sein!**

Massivholzlager



Im Massivholzlager ist das Rangieren der Bohlen und Bretter häufig nur sehr beengt möglich. Einfache Böcke oder Hebehilfen können hier sehr hilfreich sein. Dort, wo es der Platz erlaubt, bietet es sich an, mit einem **elektrischen Hubtisch** die Bohlen ein- und auszulagern.

Häufig wird der Zuschnitt der Bohlen und Dielen im Holzlager mit Hilfe einer Handkreissäge vorgenommen. Die Unfallgefahren durch schwankende Bretter, herumliegende Kabel, schlechte Lichtverhältnisse und ungünstige Auflagen sind erheblich. Eine einfache **Ablängsäge mit Auflagetisch** verbessert nicht nur die Materialausbeute, sondern ermöglicht ein deutlich gefahrloseres Zuschneiden.

Plattenlager



Die meisten verwendeten Platten haben im Halbformat die Abmessung 2,60 m x 2,10 m. Sie wiegen bis zu 75 kg. Dies ist bei rein manuellem Handling nur mit zwei Mitarbeitern gefahrlos zu bewältigen. Bei stehender Lagerung müssen die Platten manuell in das Plattenlager eingelagert werden. Mit Hilfe von **Rollbahnen und Auszugsrollen** kann zumindest das Entnehmen der Platten auf die möglichst direkt daneben stehende senkrechte Plattenaufteilsäge durch eine Person erfolgen. Alternativ gibt es eine Vielzahl von Hebehilfen und Krankonstruktionen mit Greifzangen, um die Platten schnell und mit vergleichsweise geringem Aufwand zu entnehmen.

Wo ein Kragarmregal aus Platzgründen nicht möglich ist und die Platten senkrecht gelagert werden müssen, bietet es sich an, so genannte **Schwenkwagen** einzusetzen. Die Schwenkwagen ermöglichen es, einzelne Platten aus der vertikalen in die horizontale Position abzukippen. Danach können sie in die Plattenaufteilsäge eingelegt werden.

Stapler und Tore

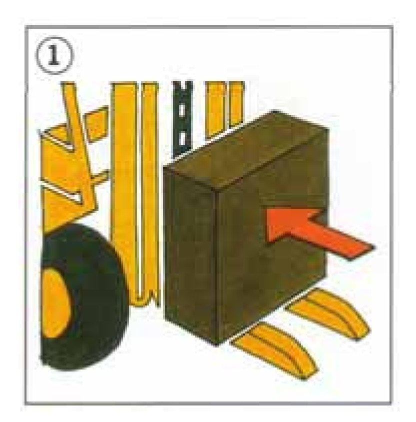
Für das Handling des Materials und seinen Transport stehen im Betrieb eine ganze Reihe unterschiedlicher Einrichtungen zur Verfügung. Sofern sie kraftbetätigt sind, gehen von ihnen **besondere Unfallgefahren** aus. Diese Einrichtungen müssen regelmäßig entsprechend den Vorgaben der jeweiligen **Unfallverhütungsvorschriften** überwacht werden. Die Mitarbeiter sind in den ordnungsgemäßen Gebrauch zu **unterweisen**.

Stapler

Stapler und andere mobile Transporthilfen unterstützen den Materialfluss. Von ihrer Handhabung geht eine **erhebliche Unfallgefährdung** aus. Deshalb ist eine **ordnungsgemäße Einweisung** in ihre Handhabung sehr wichtig. Für die Nutzung von Flurförderzeugen mit Fahrersitz muss der Fahrer wenigstens 18 Jahre alt sein und eine Schulung zum **Staplerschein** durch die Holz-Berufsgenossenschaft durchlaufen haben.

Eine **Betriebsanweisung** für den Stapler sollte folgende Punkte umfassen:

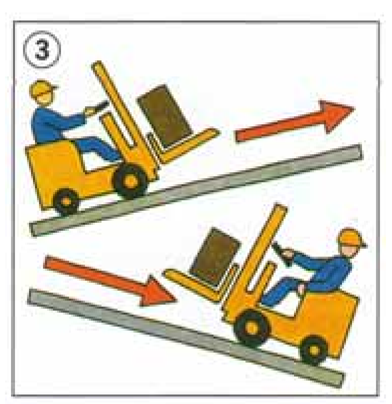
1. Betriebsbedingungen
2. Zuständige Mitarbeiter
3. zugelassene Verkehrswege
4. Lagerflächen
5. Zulässigkeit der Mitnahme von Personen
6. Zulässigkeit der Verwendung von Arbeitsgerüsten



- Beim Beladen Tragfähigkeitsdiagramm beachten.
- Last dicht am Hubmast laden und auf beide Gabelzinken gleichmäßig verteilen. Last gegen Verschieben sichern.



- Gabelstapler in niedriger Stellung der Gabelzinken verfahren.



- Beim Befahren von Steigungen und Gefälle Last bergseitig führen.



- Nur Personen mitnehmen, wenn Mitfahrersitze vorhanden sind.
- Gabelstapler nur verlassen, wenn er gegen unbeabsichtigte Bewegung gesichert ist.
- Schaltschlüssel abziehen!



- Nicht unter angehobener Last hindurchgehen bzw. aufhalten.
- Beim Befahren von Ladebrücken auf deren Tragfähigkeit und Breite achten. Ladebrücken gegen Verschieben sichern.



- Bei Wartungsarbeiten unter der hochgestellten Gabel ist diese abzustützen.
- Für Montagearbeiten eine Arbeitsbühne mit Seiten- und Rückenschutz verwenden. Der Rückenschutz muss min. 1,80 m hoch und durchgriffssicher sein. Die Tragfähigkeit des Gabelstaplers muss mindestens das 5-fache des Eigengewichts der Arbeitsbühne einschl. Zuladung betragen.

Quelle: Zimmerer- und Holzbauarbeiten, Bau-BG, 10/2002

Der Unternehmer hat dafür zu sorgen, dass die zum Betrieb von Flurförderzeugen in Schmalgängen erforderlichen Sicherheitseinrichtungen einer täglichen Funktionsprüfung unterzogen werden. Darüber hinaus muss der Stapler mindestens jährlich durch einen **Sachkundigen** auf seine **ordnungsgemäße Funktionstüchtigkeit** hin überprüft werden. Näheres ergibt sich aus der **Unfallverhütungsvorschrift BGV D27 Stapler** der Berufsgenossenschaft.

Alle Stapler - auch Altgeräte - müssen mit einer Fahrerrückhalteeinrichtung versehen sein bzw. nachgerüstet werden!

Entsprechend den Vorgaben der geänderten **28. Bundesimmissionsschutzverordnung** werden die **Grenzwerte für Gabelstapler deutlich verschärft.** Neue mobile Dieselmotoren mit mehr als 26 PS müssen den Ausstoß auf bis zu 0,025 g Rußpartikel je kWh senken. Dies ist bei der Planung neuer Gabelstapler schon jetzt zu berücksichtigen.

Kraftbetätigte Tore

Außentore zur An- und Auslieferung sollten eine **Durchgangsöffnung von mindestens 2,50 m** Breite und 2,50 m Höhe haben. Sofern Stapler den Durchgang nutzen, sollte er auf wenigstens 3,50 m erhöht werden. Hinsichtlich der **sicherheitstechnischen Anforderungen** an Türen und Tore sind §10 und §11 der **Arbeitsstättenverordnung** zu berücksichtigen. Dabei muss gewährleistet sein, dass

- die **Tore immer auch von Hand zu öffnen** sind
- **Stoppeinrichtungen** vorhanden sind, die ein Einquetschen von Personen jederzeit verhindern.

Kraftbetätigte Tore sind vor der ersten Inbetriebnahme und danach mindestens einmal jährlich durch einen Sachkundigen auf ihre Funktionstüchtigkeit zu prüfen.

Werden für die Zimmerei besondere Anforderungen an den Schallschutz nach außen gestellt, dann müssen für die Türen und Tore schalldämmende Konstruktionen gewählt werden.

Kranlagen



In größeren Betriebshallen bzw. zum Transport auf dem Holzplatz werden häufig Krananlagen eingesetzt. Sie können erheblich dazu beitragen, die körperliche Beanspruchung durch Tragen und Heben schwerer Balken und Platten zu verringern. In dem links dargestellten Beispiel wurde der Kran mit einem Vakuum-Hebegerät kombiniert. Dies beschleunigt nicht nur erheblich den Transportvorgang, sondern macht ihn auch sicherer. Dabei reicht ein Saugersystem mit 4 Sauggreifern aus, um z. B. solche Wandelemente sicher umzusetzen.

Sie fallen als Anlagen unter die Betriebssicherheitsverordnung und müssen dementsprechend folgende Mindeststandards einhalten:

- Durch die Bauart der Maschinen muss gewährleistet sein, dass **Betrieb, Rüsten und Wartung bei bestimmungsgemäßer Verwendung ohne Gefährdung von Personen erfolgen**.
- Die beweglichen Teile der Maschine müssen so konzipiert, gebaut und angeordnet sein, dass jedes **Risiko durch Erreichen der Gefahrstelle, das zu Unfällen führen kann, ausgeschlossen** wird.
- An jedem Kran muss leicht erkennbar **die höchstzulässige Belastung angebracht** sein.
- Durch **selbständig wirkende Not-Aus-Schalter** müssen folgende Bewegungen begrenzt werden:
  - Aufwärts- und Senkbewegungen von Hubwerken
  - Fahrbewegungen von Laufkatzen
- Die **Betriebsanleitung** muss Angaben enthalten zur
  — Inbetriebnahme,
  — Verwendung
  — Handhabung
  — Instandhaltung einschließlich Wartung und die Beseitigung von Störungen

Die Unfallgefahren beim Betrieb von Krananlagen sind sehr hoch. Die Mitarbeiter sind deshalb im Umgang mit dem Kran zu unterweisen! Eine Betriebsanweisung sollte jederzeit sichtbar, die wesentlichen Vorgaben zur sicheren Handhabung verdeutlichen.

Näheres zum Arbeitsschutz von Kränen ergibt sich aus der **Unfallverhütungsvorschrift BGV D6 Krane** der Berufsgenossenschaft.

Sofern eine EG-Konformitätserklärung vorliegt, braucht ein Kran vor der ersten Inbetriebnahme nicht gesondert geprüft werden. Entsprechend den Einsatzbedingungen und den betrieblichen

Verhältnissen, **mindestens jedoch einmal jährlich, müssen Krananlagen durch einen Sachkundigen geprüft werden**.

Kraftbetriebene Turmdreh- und Fahrzeugkrane sowie LKW-Anbaukrane müssen mindestens alle 4 Jahre durch einen **Sachverständigen** geprüft werden.

Alle Ergebnisse von Prüfungen sind in einem **Prüfbuch** einzutragen. Dies sollte in die Unterlagen des Krans integriert werden, um auch vorgenommene Reparaturen und Wartungen nachzuvollziehen.

Montagefahrzeuge

Ein Großteil der Arbeitszeit erfolgt im Zimmereibetrieb auf der Montage. Dazu bedarf es Fahrzeugen, die einen sicheren Transport für Mensch und Material ermöglichen. Zudem gehen von den Fahrzeugen nicht unerhebliche **Schadstoffemissionen** aus, die im Rahmen der Nachhaltigkeit optimiert werden können.

Dieselfahrzeuge verbrauchen weniger Kraftstoff als herkömmliche Benziner. Aber die dabei entstehenden **Rußpartikel** belasten Umwelt und Gesundheit. Das Angebot an entsprechenden Reinigungsvorrichtungen nimmt langsam zu, sodass bei Neuanschaffungen unbedingt auf Fahrzeuge mit **Partikelfilterung** zurückgegriffen werden sollte.

Auch **Biodiesel** aus Rapsmethylester (RME) kann dazu beitragen, die CO_2-Emissionen des Fuhrparks zu senken. Inzwischen stehen entsprechende Tankstellen flächendeckend zur Verfügung. Allerdings sollte man sich von seinem Hersteller bestätigen lassen, dass der Motor für den Einsatz von Biodiesel geeignet ist. Zukünftig wird es noch sehr viel mehr spezielle Kraftstoffe auf Basis nachwachsender Rohstoffe geben, die geeignet sind, den Verbrauch der Fahrzeuge weiter zu senken.

Weitere wichtige Hinweise und Einsparmöglichkeiten beim Einsatz der Fahrzeugflotte sind im Bereich Wichtig für alle Branchen > Energie > Einsparmöglichkeiten > Transport zu finden.

Für den Betrieb der Fahrzeuge gelten wichtige Sicherheitsbestimmungen. Neben den regelmäßigen Hauptuntersuchungen ist die **Unfallverhütungsvorschrift BGV D 29 Fahrzeuge** der Berufsgenossenschaft zu beachten. Folgende Gefahrenpunkte sollen dabei besonders herausgehoben werden:

- Die **Nutzlast** bzw. die zusätzliche **Anhängelast** ergeben sich aus den Fahrzeugunterlagen bzw. dem Typenschild. Das Fahrzeugverhalten verändert sich bei erhöhter Beladung erheblich. Vor allem wenn Schüttgüter transportiert werden, sollte man auf die maximale Beladung besonders **achten**.
- Bei der Beladung sind maximale **Abmessungen** zu **beachten**. Wenn diese durch bestimmte Ladungen überschritten werden, sind sie durch rote Fahnen bzw. Leuchten ausreichend zu kennzeichnen.
- Der Fahrzeughalter ist dafür verantwortlich, dass die Fahrzeuge nur von dafür **geeigneten Personen gefahren** werden. Die Zugänglichkeit muss kontrolliert und gesichert werden, um eine unbefugte Nutzung mit hohen Risiken zu vermeiden.
- Fahrzeugaufbauten müssen so beschaffen sein, dass bei bestimmungsgemäßer Verwendung des Fahrzeuges die Ladung gegen Verrutschen, Verrollen, Umfallen und Herabfallen gesichert ist oder werden kann. Ist eine **Ladungssicherung** durch den Fahrzeugaufbau allein nicht gewährleistet, müssen Hilfsmittel zur Ladungssicherung vorhanden sein. Vor jeder Fahrt ist die Ladung ausreichend zu sichern und zu kontrollieren.
- Die Fahrzeuge müssen nach Bedarf, mindestens jedoch jährlich, durch eine anerkannte Fachwerkstatt im Hinblick auf ihre **Fahrtüchtigkeit kontrolliert** werden.
- Das **Mitführen einer Warnweste** in einem gewerblich genutzten Fahrzeug ist durch die Berufsgenossenschaft für Fahrzeughaltung (BGF) vorgeschrieben. Dies ist in der

Unfallverhütungsvorschrift UVV Fahrzeuge BGV – D 29 (vormals VGB 12 § 56) geregelt. Die vorgeschriebenen Warnwesten müssen gelb oder orangefarben sein und das europäische Kontrollzeichen EN 471 tragen. Warnwesten, die diese Norm erfüllen, sind auf der Innenseite mit einem Aufnäher gekennzeichnet. **Beim Erwerb sollte auf diese Kennzeichnung geachtet werden, da teilweise noch ältere Westen im Handel sind, welche die Anforderungen an die Norm EN 471 noch nicht erfüllen.**

Bild: Warnweste



Quelle: Deutsche Verkehrswacht



Während der Montage haben die **Verteilzeiten** einen hohen Anteil. Sie liegen zwischen 30 und 40 %. Umso wichtiger ist es, das Fahrzeug für die Nutzung auf der Baustelle optimal einzurichten. Ein **sinnvoller Einbau kann viel Zeit** bei der späteren Suche auf der Baustelle **ersparen**.

Beleuchtung

Belichtung

Alle Räume, die dem dauernden Aufenthalt von Menschen dienen, müssen in ausreichendem Maße **Tageslicht** erhalten. Um eine ausreichende Belichtung zu erreichen, muss das **Verhältnis zwischen Lichteinfallsfläche und Grundfläche** des zu belichtenden Raumes etwa **1:5 bis 1:3** betragen. Das bedeutet, dass bei einer Grundfläche von z.B. 300 m² die Lichteinfallsflächen eine Gesamtgröße von 60 bis 100 m² haben müssen. Bei Hallentiefen über 15 m müssen Lichteinfallsflächen von oben in Form von Lichtkuppeln, Sheddächer oder transparenten Dacheindeckungen vorgesehen werden.

Nach der **Arbeitsstättenverordnung** müssen Arbeits- und Pausenräume eine Sichtverbindung nach außen haben. Dabei muss es sich um durchsichtige Fensterflächen handeln, wobei die Unterkante der Fensterbrüstung nicht mehr als 1,25 m über dem Raumfußboden liegen darf.

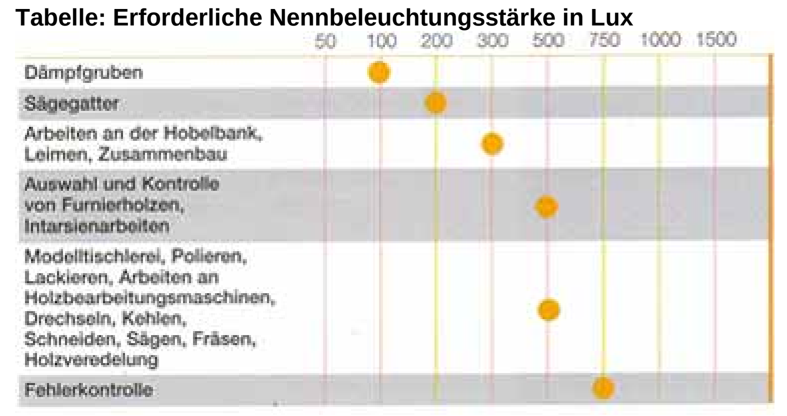
Für Räume mit einer Grundfläche bis 600 m² soll die Gesamtfläche der **Sichtverbindungen 1/10 der Grundfläche** betragen. In Räumen mit mehr als 600 m² Grundfläche wird die Gesamtfläche in Abhängigkeit von der Raumtiefe bestimmt. Dabei wird es in der Regel nicht notwendig sein, für die

über 600 m² hinausgehende Grundfläche mehr als 1/100 für zusätzliche Sichtverbindungen anzusetzen.

Beleuchtung

Eine ausreichende Ausleuchtung der Arbeitsräume ist notwendig, um die Arbeitssicherheit, die Qualität der Arbeit und das Wohlbefinden der Mitarbeiter sicherzustellen. Eine allgemeine Einführung in das Thema findet sich auch im Bereich Wichtig für alle Branchen > Energie > Einsparmöglichkeiten > Beleuchtung. Für die Betriebe des Zimmererhandwerks sind je nach Aufgabenbereich unterschiedliche Leuchtstärken in **Lux** erforderlich.

Tabelle: Erforderliche Nennbeleuchtungsstärke in Lux



Quelle: Gutes Licht für Handwerk und Industrie S. 29

Für die genaue Ausgestaltung der Lichtbanden stehen vielfältige Planungsprogramme zur Verfügung, um im Rahmen der Bauplanung die erforderliche Anzahl von Lampen ausreichend festlegen zu können. Die **Wandfarbe** kann die Beleuchtungsstärke ganz erheblich beeinflussen. Es sollte daher immer auf einen weißen Anstrich geachtet werden, der im Laufe der Staubbelastungen gelegentlich gereinigt oder neu gestrichen werden sollte.

In den Werkstätten und Hallen werden die **Leuchtstofflampen fensterparallel angeordnet**. Bei besonderen Arbeiten (z.B. Auslauf der Breitbandschleifmaschine oder Kantenschleifer) empfiehlt es sich, zusätzlich eine Arbeitsplatzbeleuchtung zu integrieren.

Aus Brandschutzgründen müssen in Fertigungsräumen von Zimmereien Beleuchtungskörper der **Schutzart IP 50** verwendet werden. Der Code 50 steht für geschützt gegen Staub, ungeschützt gegen Wasser. Die Leuchten müssen zudem mit dem **Zeichen D** gekennzeichnet sein. Diese Leuchten schränken die Staubablagerungen ein und begrenzen die Oberflächentemperatur der Leuchten. In Bereichen, wo mit organischen Lösemitteln gearbeitet wird, können zusätzliche **Explosionsgefahren** bestehen. Die Leuchten müssen dann entsprechend der Vorgaben für die Explosionszone 1 oder 2 geschützt werden.

Sofern die Leuchten direkt auf Holz oder ähnlich **brennbaren Materialien** montiert werden, müssen sie zudem mit einem **F** gekennzeichnet sein. Dadurch wird gewährleistet, dass an der Befestigungsfläche maximal eine Temperatur von 180 °C entsteht.

Die Anschaffung von Leuchtstoffröhren erfolgt meist ausschließlich unter Kostengesichtspunkten. Dabei wird übersehen, dass die wesentlichen Kosten erst durch den Betrieb entstehen. **Moderne optimierte Leuchtstofflampen können gegenüber einfachen Leuchtstoffröhren bis zu 85 % Strom einsparen!** Dabei ergeben sich folgende Sparpotenziale:

Lampen mit Spiegelraster und optimieren Reflektorsystemen (Dreibanden Leuchtstofflampen)	bis zu 30 % Einsparung
zusätzlich elektronische Vorschaltgeräte	weitere 20 %
zusätzlich tageslichtabhängiges Dimmen	weitere 25 - 30 %

In Anbetracht der Tatsache, dass die Leuchten zumeist morgens angeschaltet werden und den ganzen Tag über brennen, kommt eine **Betriebsstundenzahl** von ca. **2500 Stunden pro Jahr** zusammen. Deshalb lohnt es sich, genau nachzurechen, mit welcher Art Beleuchtung man seine Werkstatt ausstattet!

Druckluftversorgung

Die betriebliche Druckluftversorgung ist energie- und lärmintensiv. Aufgrund der geringen Energieeffizienz (90 - 95 % Abwärme) ist Druckluft eine sehr kostspielige Energieform, die **nur dort** eingesetzt werden sollte, wo sie **technologisch erforderlich** ist. Gleichwohl kann keine Zimmerei heute mehr ohne Druckluft auskommen. Ein ausreichend dimensionierter Kompressor gehört zur Standardausrüstung.

Kompressoren sollten im Interesse einer möglichst langen Lebensdauer an einem staubfreien, trockenen und kühlen Platz aufgestellt werden. Da diese Voraussetzungen in der Werkstatt selbst meist nicht gegeben sind, **empfiehlt sich die Unterbringen in einem separaten Raum**. Damit wird gleichzeitig auch eine wirksame Abschirmung des vom Kompressor erzeugten **Lärms** erreicht.

Bei der Ausführung des Kompressorraumes ist auf eine **ausreichende Frischluftzufuhr** und Wärmeableitung sowie auf gute Zugänglichkeit für Wartungsarbeiten und Prüfungen zu achten.



Der Werkstattbetrieb einer Zimmerei erfordert typischerweise einen sehr wechselhaften Druckluftbedarf. Ein Kolbenkompressor ist in aller Regel die richtige Wahl. Ein Schraubenkompressor empfiehlt sich erst ab einem kontinuierlichen Mindestverbrauch von 400 l/min.

Die Luft, die ein Kompressor ansaugt und verdichtet, enthält Wasserdampf, der durch die Verdichtung als **Kondensat** ausfällt. Deshalb ist ein **Drucklufttrockner** sinnvoll, um das Kondensat wirksam abzuscheiden. Dies verbessert die gesamte Lebensdauer des Leitungssystems. Das abgelassene Kondensat enthält Ölbestandteile aus dem Kompressor und ist deshalb **nicht über die Kanalisation** oder das Erdreich zu entsorgen! Es muss aufgefangen und über einen **Benzinabscheider,** z.B. in einer Kfz-Werkstatt, entsorgt werden. Moderne Geräte haben den Trockner mit einem **Öl-Wasser-Abscheider** in sehr kompakter Form integriert. Dadurch wird das Kondensat von den Öl-Bestandteilen gereinigt und kann problemlos in die Kanalisation gegeben werden.

Dimensionierung des Druckluftkompressors

Für die **Dimensionierung eines Kompressors** sind die Verbraucher abzuschätzen, die gleichzeitig wirksam sein können. Hinzu addiert werden sollte eine Reserve von 30 - 40 % sowie typische Leckageverluste von 25 - 30 %. Die sich daraus ergebende effektive Liefermenge muss der Verdichter mit seinem jeweiligen Wirkungsgrad bereitstellen können.

Tabelle: Druckluftverbrauch von technischen Einrichtungen

Verbraucher	Düsenform und -durchmesser	Betriebsdruck bar	Luftverbrauch l/min
Fließbecherspritzpistole	breit, 1,5 mm	2,5	150
	rund, 1,5 mm	2,5	110
	breit, 1,8 mm	3,5	215
	rund, 1,8 mm	3,5	160
	breit, 2,0 mm	4,5	270
	rund, 2,0 mm	4,5	180
	breit, 3,0 mm	5,0	320
	rund, 3,0 mm	5,0	230
Ausblaspistole	1,0 mm	6,0	60
	1,5 mm	6,0	135
	2,0 mm	6,0	240
Bohrmaschine		6,0	300 - 400
Schwingschleifer		6,0	250
Heftgerät		6,0	30
Nagelgerät		8,0	350

Quelle: Planung und Einrichtung von Tischler- und Schreinerbetrieben, S. 130, Zimmererverband Baden-Württemberg

Gerade die eingesetzten Nagelgeräte benötigen je nach Größe und Dimensionierung evtl. auch höhere Drücke, um die Nägel und Klammern bis zu einer Länge von 130 mm mit ausreichender Kraft in das Holz zu treiben.

Näheres zur Planung von Druckluftanlagen und der Druckluftverteilung findet sich auch im Bereich Wichtig für alle Branchen > Energie > Einsparmöglichkeiten > Druckluft.

Energieoptimierung

Ein großes Problem bei der Druckluftversorgung stellen die **Leckagen** dar. Insbesondere die Kupplungen und Ventile nutzen sich ab und "verbrauchen" teure Energie. Auch Leitungsundichtigkeiten wirken sich hier aus und können **bis zu 40 % der gesamten Leistung** eines Kompressors verbrauchen.

Tabelle: Kosten für Undichtigkeiten im Druckluftnetz

Lochdurchmesser tatsächliche Größe mm	Luftverlust l/s bei 6 bar	Energieverlust pro Jahr bei 8.760 Std./a und 0,09 €/kWh KWh	€
1	1,24	2.891	260,17
3	11,14	26.017	2.341,55
5	30,95	72.270	6.504,30
10	123,80	289.080	26.017,20

Quelle: Klima schützen - Kosten senken, S. 10

Weitere Möglichkeiten der **Energieoptimierung** von Druckluftanlagen:

Betriebszeit	Die Druckluftanlage sollte außerhalb der Arbeitszeit ausgeschaltet werden. Dies kann bei Neuanlagen auch automatisch erfolgen. Die Druckluftverteilung sollte dann abgeschottet sein.
Nenndruck	Die wenigstens Maschinen benötigen Druckluft von über 7 bar. Es gilt den Druck soweit wie möglich abzusenken. Eine Reduktion des Nenndruckes verringert erheblich den Stromverbrauch und erhöht die Standzeit des Kompressors. Der eingestellte Nenndruck sollte maximal 1,5 bar höher als der notwendige Betriebsdruck am Verbraucher sein.
Druckluftspeicher	Je kleiner der Druckluftspeicher dimensioniert ist, desto mehr Schaltspiele sind für den Kompressor erforderlich. Ein größerer Speicher kann diese Leerlaufverluste massiv reduzieren und ist besser als eine zu große Schaltdifferenz. Ebenso sollten die Druckluftleitungen großzügig im Durchmesser dimensioniert werden. Dies verringert den Leitungswiderstand und erhöht auch das abgepufferte Druckluftvolumen.
Ansaugluft	Die Ansaugluft des Kompressors sollte möglichst kalt und sauber sein. Dies verbessert erheblich den Wirkungsgrad.
Abwärme	Ein Kompressor erzeugt 90 % seiner Energie als Abwärme. Bei größeren Anlagen macht es Sinn, eine Abwärmenutzung für die Raumheizung zu prüfen. Dadurch können erhebliche Mengen an Heizenergie eingespart werden. Dies erfordert aber auch entsprechende Kulissenschalldämpfer, um die Schallbelastung nicht in die Werkstatt zu tragen.

Überwachungspflichten

Um Druckschwankungen im Netz auszugleichen wird die Druckluft in einem Druckbehälter gepuffert. Diese Druckbehälter werden typischerweise mit einem Druck von 10 - 12 bar belastet und weisen je nach Druckluftbedarf ein Volumen von 150 bis 1000 Liter auf. Bei ungenügender Dichtheit besteht die Gefahr einer Druckexplosion. Deshalb müssen sie regelmäßig **sicherheitstechnisch überwacht** werden.

Grundsätzlich gelten für den Betrieb von Druckbehältern folgende **Vorgaben**:

- Bescheinigung über die Bau- und Wasserdruckprüfung seitens des Herstellers (CE-Zeichen)
- Bei der erstmaligen Aufstellung muss ein **Sachkundiger** die Aufstellung bescheinigen.
- Die wiederkehrenden Prüfungen bestehen aus der inneren Prüfung (alle 5 Jahre) und der Druckprüfung (alle 10 Jahre) ebenfalls durch einen Sachverständigen.

Ausgenommen von der Prüfüberwachung sind **kleine Druckbehälter** für Baustellen, bei denen das Produkt aus Betriebsdruck und Behältervolumen die Zahl 200 nicht überschreitet. Sie benötigen lediglich das CE-Zeichen zum Nachweis einer ausreichenden Funktionsprüfung durch den Hersteller.

Maschinenabsaugung

Bei allen Arbeitsgängen, bei denen Holz oder Holzwerkstoffe zerspant werden, entstehen Staub und Späne. Aus Gründen des **Arbeitsschutzes** wie auch der **Produktqualität** ist eine ausreichende Erfassung und Absaugung geboten:

- Hohe Holzstaubkonzentrationen sind **gesundheitsschädlich**.
- Späneberge an den Maschinen erhöhen die **Unfallgefahr** und behindern den Arbeitsfluss.
- Späne im Werkzeugbereich beeinträchtigen die **Qualität** und Genauigkeit.
- Staub und Späne erhöhen die **Brand- und Explosionsgefahr**.

Die gesundheitliche Belastung durch **Holzstaub** ergibt sich aus der damit verbundenen Reizung von Haut und Atmungsorganen. Eichen- und Buchenholzstäube sind in der **Gefahrstoffverordnung** als krebserzeugend ausgewiesen. Die krebserzeugende Wirkung ist aber noch nicht geklärt. In jedem Fall ist eine weitestgehende Minimierung geboten.

Für die Absaugung der Späne und Stäube werden Absauganlagen eingesetzt, die nach folgenden Prinzipien arbeiten:

- **Erfassung** der Späne durch Erfassungselemente an einzelnen Maschinen und Arbeitsplätzen
- **Absaugung** der Späne und Stäube durch Ventilatoren
- **Abscheidung** und Filterung der Späne und Stäube von der Absaugluft und Ableitung der gereinigten Luft in die Atmosphäre oder Rückführung in den Betrieb
- **Lagerung** der Späne und Stäube

Während Handmaschinen am besten durch Staubsauger abgesaugt werden, gibt es für die Maschinen Entstauber oder Absauganlagen. Absauganlagen benötigen viel Strom. Ihre langen Laufzeiten in Kombination mit größeren Ventilatoren ergeben einen hohen Energiebedarf. Um eine ausreichende Absaugqualität bei Minimierung des Energiebedarfs zu erreichen, muss eine Anlage genau geplant werden.

Je nach Anwendungsfall kommen unterschiedliche **Ventilatoren** zum Einsatz. Die Abscheidung der Späne erfolgt in der Regel durch **Gewebefilter**. Auch hier gibt es unterschiedliche Varianten, um den verschiedenen Anforderungen im Zimmererhandwerk gerecht zu werden.

Schließlich müssen Staub und Späne gelagert werden, bis sie einer weiteren Verwertung zugeführt werden. Abhängig davon, ob die Späne im eigenen Betrieb thermisch genutzt oder extern entsorgt werden, bieten sich unterschiedliche Möglichkeiten der **Aufbereitung und Lagerung** an.

Das Zusammenspiel der verschiedenen Komponenten muss genau geplant werden, damit es wirklich für den einzelnen Betrieb passt. Wichtig ist auch, die Absaugung im Zusammenhang mit der Holzfeuerung und der Oberflächenabsaugung zu sehen. Im Falle einer Neu- oder Umplanung ist empfehlenswert, den kompetenten Rat des Fachverbandes einzuholen.

Holzstaub

Holzstaub ist nicht nur störend, er kann auch Krankheiten verursachen. Seit 1982 sind Holzstäube in der **TRGS** 900 als **krebsverdächtig** eingestuft. Eichen- und Buchenholzstäube wurden später zudem in §35 der **Gefahrstoffverordnung** ausdrücklich als krebserzeugende Arbeitsstoffe genannt. Inzwischen gibt es vielfältige Hinweise darauf, dass Holzstaub als Ursache für Krebserkrankungen immer nur in Kombination mit anderen Belastungsstoffen (z.B. Holzschutzmittel) in Frage kommt. Aber auch auf europäischer Ebene wird der Holzstaub von so genannten "Harthölzern" als besonders belastend eingestuft.

Hinzu kommt, dass die Stäube einiger Holzarten die Atemwege oder die Haut besonders reizen. Es kann zu **Sensibilisierungen** kommen, d.h. der Verarbeiter bekommt eine Allergie auf diese Hölzer. Näheres dazu kann unter Schreiner > Materialien > Massivholz > Sensibilisierende Hölzer nachgelesen werden.

Die Verarbeitung von Holz sollte so weit wie möglich in **staubarmen Bereichen** erfolgen. **In diesen Bereichen muss der Luftgrenzwert für einatembarem Holzstaub von 2 mg/m³ dauerhaft sicher eingehalten sein**. Staubarme Bereiche können entweder durch technisch-organisatorische Maßnahmen oder durch regelmäßige messtechnische Überprüfung entsprechend den Vorgaben der **TRGS 420** erfolgen.

Wer die teueren Messkontrollen vermeiden will, sollte deshalb folgende **Maßnahmen im Betrieb** sicherstellen:

1. Alle spanabhebenden **Bearbeitungsmaschinen** sind an eine **wirksame Absaugung** angeschlossen. (Ausgenommen sind bestimmte Maschinen, die nur kurzzeitig weniger als 1 Stunde pro Schicht an wenigen Tagen im Jahr oder im Freien eingesetzt werden.)
2. Die mittlere **Mindestluftgeschwindigkeit** in den Absaugstutzen beträgt 18–22 m/s.
3. Neumaschinen sind **holzstaubgeprüft**. Sie tragen ein Prüfzeichen und werden bestimmungsgemäß betrieben und abgesaugt.
4. **Altmaschinen** sind bei der Holzstauberfassung nach dem berufsgenossenschaftlichen Informationsblatt BGI 739 "Holzstaub" optimiert.
5. **Handgeführte Elektrowerkzeuge** werden immer abgesaugt und der Staub wirksam abgeschieden. (Ausgenommen sind Handbohrmaschinen.)
6. Anlagen zur **Luftrückführung** sind holzstaubgeprüft. Sie tragen ein Prüfzeichen und werden bestimmungsgemäß betrieben.
7. Es werden ausschließlich **holzstaubgeprüfte Entstauber** verwendet.

Checkliste mit Erläuterungen (pdf, 122 KB)

Die gesamten gesetzlichen Rahmenbedingungen im Umgang mit dem Gefahrstoff "Holzstaub" sind in der TRGS 553 "Holzstaub" zusammengefasst. Dort ist auch festgelegt, in welchen Arbeitsbereichen nach dem aktuellen **Stand der Technik** die Einhaltung des **Luftgrenzwertes von 2 mg/m³ nicht gewährleistet** werden kann.

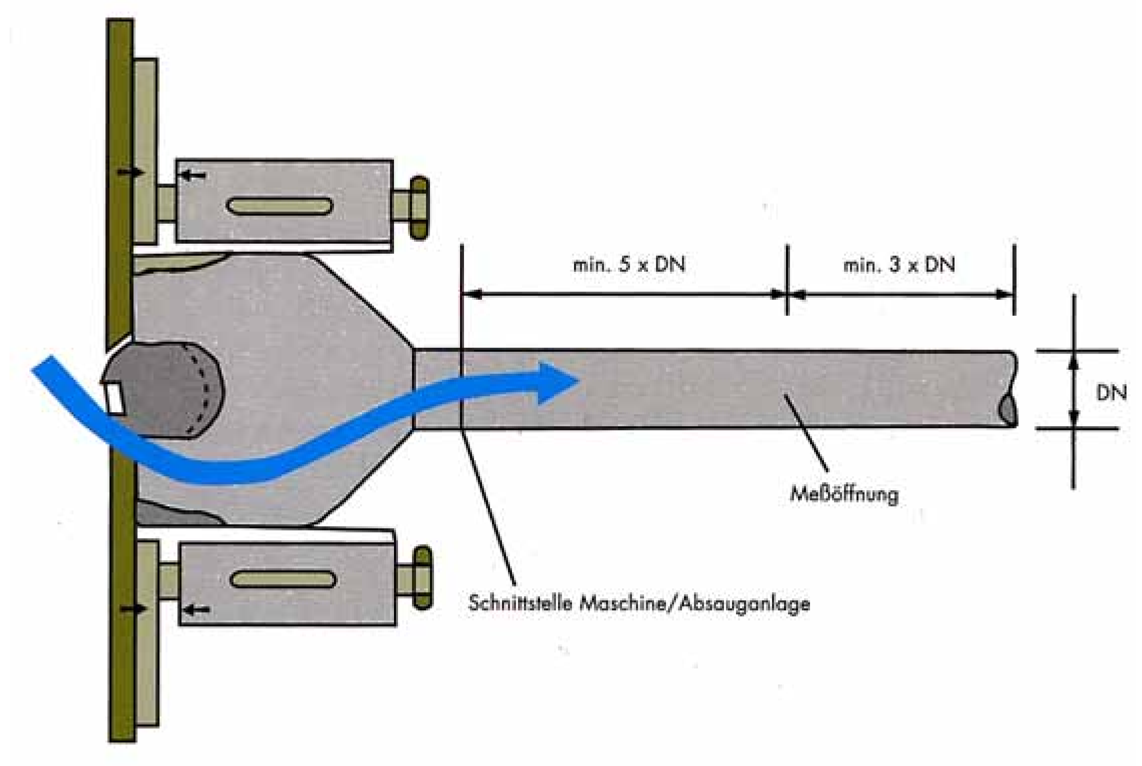
- Doppelabkürzsägen
- Tischbandsägen
- Tischoberfräsen (Mundschutz erforderlich)
- Drechselbänke (Mundschutz erforderlich)
- Schleif- und Schwabbelböcke
- Handkreissägemaschinen
- Parkettschleifmaschinen
- Handschleifarbeitsplätze

Hier gilt ein Grenzwert von 5 mg/m³, der soweit wie möglich durch technische Maßnahmen unterschritten werden soll.

Luftmessung

Nur durch strömungstechnisch optimierte Erfassungselemente an den Maschinen in Verbindung mit einem ausreichenden Luftvolumen kann eine ausreichende Absaugung der anfallenden Späne und des Staubes gewährleistet werden. Das Luftvolumen ergibt sich aus dem Leitungsquerschnitt DN und der Messung der Luftgeschwindigkeit mit einem Flügelradanemometer.

Grafik: Messstelle für die Erfassung der Luftgeschwindigkeit an Holzbearbeitungsmaschinen



Quelle: Berufsgenossenschaftliche Informationsschrift BGI 739 "Holzstaub" der Holz-BG

Messungen der Luftgeschwindigkeit sind vor der ersten Inbetriebnahme und nach wesentlichen Änderungen erforderlich.

Atemschutz



Wo keine technische Erfassung des anfallenden Holzstaubes möglich ist, muss dem Beschäftigten ein Atemschutz zur Verfügung gestellt werden. Als besonders geeignet haben sich die **Partikelfilter FFP2SL** nach DIN EN 149 erwiesen.

Sie sollen insbesondere bei folgenden **Arbeitsgängen** eingesetzt werden:

- Wechseln von Filterelementen und Sammeleinrichtungen
- Einsteigen in Silos
- Verarbeitung von sensibilisierenden Hölzern
- Arbeitsbereiche mit erhöhter Staubbelastung

Das Reinigen des Arbeitsbereiches und der Maschinen sollte nicht durch Kehren oder Abblasen, sondern mit Hilfe von Staubsaugern erfolgen. Es wird empfohlen, dass **in jedem Bereich mindestens ein geprüfter Industriestaubsauger** für Reinigungszwecke vorhanden ist.

Handarbeitsplätze

Das Schleifen im Handarbeitsbereich bleibt ein besonderer Problembereich. Bei größeren Werkstücken kommt man mit Handschleifmaschinen, die an Absaugschläuche angeschlossen sind, schnell an Grenzen. Auch bei rein manuellem Schleifen ist eine Absaugung des Holzstaubes nicht möglich.

Es empfiehlt sich daher, für die Handschleifplätze so genannte abgesaugte Schleiftische oder Schleifbereiche einzusetzen. Die Schleiftische werden an die Maschinenabsaugung angeschlossen. Sie eigenen sich allerdings nur für kleine Schränke oder flache Werkstücke in den maximalen Abmessungen von 2,50 m x 0,70 m.



Bild: Abgesaugter Handarbeitsplatz



Quelle: BGI 739 "Holzstaub" der Holz-BG

In **Schleifbereichen** werden ein Zuluftbereich von 2 - 4 m² über dem Arbeitsplatz und eine Absaugung im Fußboden eingerichtet. Dadurch kann der anfallende Holzstaub auch bei größeren Werkstücken mit ungünstigen Schleifbedingungen optimal abgesaugt werden.

Bild: Schleifbereich



Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH/Lemgo

Unterweisung

Neben den technischen Voraussetzungen müssen die Beschäftigten über die Risiken im Umgang mit Holzstaub **unterwiesen** werden. Folgende Punkte sollten angesprochen werden:

- Kontrolle der **Erfassungselemente** an den Maschinen auf Beschädigungen oder Undichtigkeiten
- Kontrolle der Förderleitungen, vor allem der **flexiblen Schläuche,** auf ausreichende Dichtheit und eventuelle Verstopfungen
- Kontrolle des **Absaugfilters** und der Spänesäcke auf Beschädigungen
- Einsatz der **Atemschutzmaske** für bestimmte Arbeiten
- Reinigen der Arbeitsbereiche mit den **Staubsaugern**
- Absaugen von **Handmaschinen**

Die Gefahren im Umgang mit Holzstaub sowie die entsprechenden Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln sollten in einer **Betriebsanweisung** an den gefährdeten Bereichen aushängen.

Beispiel für eine Betriebsanweisung Holzstaub (doc, 28 KB)

Planung Absaugbedarf

Durch die Absaugung an den Maschinen sollen Staub und Späne ausreichend erfasst und zu einem Lagerort transportiert werden. Dazu bedarf es zweier Prinzipien:

1. Strömungstechnisch **optimal gestaltete Erfassungselemente** an der Entstehungsstelle der Späne in der Maschine
2. **Mindestluftvolumen** zu deren Transport von der Maschine in das Spänelager



Neue holzverarbeitende Maschinen werden unter Prüfbedingungen auf ausreichende Späne- und Stauberfassung getestet. Bei erfolgreichem Abschneiden erhalten sie ein **Prüfzertifikat**. Eine Liste aller aktuell geprüften Maschinen kann auf den Internetseiten der Holz-BG eingesehen werden.

Auch **ältere Maschinen** können nachträglich im Hinblick auf die Späneerfassung optimiert werden. Dazu wurden in verschiedenen Projekten für die einzelnen Maschinen Vorschläge erarbeitet und getestet. Die Informationsschrift der Holz-BG BGI 739 "Holzstaub" listet für fast alle Maschinentypen auf, wie eine ausreichende Staub- und Späneerfassung erzielt werden kann.

Bei komplexeren und größeren Maschinen können derartige Musterprüfungen oft nicht durchgeführt werden. Hier muss der Maschinenhersteller klar vorgeben, mit welchem Luftvolumen der Luftgrenzwert von 2 mg/m³ für Holzstaub sicher eingehalten wird. Aus energetischen Gründen ist dabei von einer **Luftgeschwindigkeit** im Absaugrohr an der Maschine von **max. 22 m/s** auszugehen.

Absaugbedarf je Maschine

Die Planung einer Maschinenabsaugung beginnt damit, die **Verbraucher** - sprich die Maschinen - detailliert zu erfassen. Für jede Maschine muss

1. der **genaue Standort** festgelegt,
2. das erforderliche **Absaugvolumen**
3. und der **Anschlusswiderstand** bekannt sein.

Der **Anschlusswiderstand** ergibt sich aus der Konstruktion der Maschine und der Luftgeschwindigkeit in den Erfassungselementen. Soweit er nicht aus den Unterlagen hervorgeht, muss ihn der **Maschinenlieferant** benennen können.

Aus diesen Daten können dann verschiedene Absaugkonzeptionen ermittelt und bewertet werden. Die folgende Tabelle listet für typische Holzverarbeitungsmaschinen **Durchschnittsdaten** auf.

Tabelle: Absaugbedarf je Maschine

Maschine	Leitungs-querschnitt DN in mm	erf. Luft-volumen in m^3/h
Abrichte/Dickte Hobelbreite < 63 cm	140	1.110
Abrichte/Dickte Hobelbreite > 63 cm	160	1.450
Tischfräse	oben: 120 unten: 100 Gesamt: 160	1.450
Formatkreissäge	oben: 80 unten: 120 Gesamt 140	1.110
Pendelkreissäge	120	820
Tischbandschleifmaschine	links: 160 rechts: 100 Gesamt: 200	2.260
Kantenschleifmaschine	links: 100 rechts: 100 Gesamt: 140	1.110
Vertikale Plattenaufteilsäge	140	1.110
Zapfenschneid-/Schlitzmaschine	oben: 80 unten: 120 Schlitz: 140 Gesamt: 200	2.260
Beschlageinlassmaschine	120	820
Tischoberfräse	120	820
Langlochbohrmaschine	120	820
Rundstabschleifmaschine	100	570
Tischbandsäge	120	820

Quelle: Holz-BG, BGI 739 "Holzstaub"

Dabei wurde eine Luftgeschwindigkeit von 20 m/s im Anschlussrohr zugrunde gelegt. Bei **größeren Maschinen** mit mehreren Anschlüssen müssen die Vorgaben maschinenspezifisch in Abhängigkeit von Anzahl und Durchmesser der erforderlichen Absauganschlüsse ermittelt werden. Diese Vorgaben dienen bei Abnahme der Absauganlage als Grundlage, um eine ausreichende **Wirksamkeit zu überprüfen**. Sie sollten deshalb bei einer Bestellung Vertragsbestandteil werden.

Vorgaben für die Planung der Absaugung (doc, 27 KB)

Leitungskonzeptionen

Wenn geklärt ist, welche Maschinen an eine Absaugung angeschlossen werden und wo deren Standorte sind, können konkrete Leitungskonzeptionen entwickelt werden. Diese sind abhängig von:

- **Gleichzeitigkeit** bzw. Parallelbetrieb der abgesaugten Maschinen
- **Aufstellmöglichkeit** von Filteranlage und Ventilator
- Notwendigkeit der **Luftrückführung**
- Elektrischer **Energieverbrauch** der Gesamtanlage

Die konkreten baulichen Bedingungen haben den größten Einfluss darauf, wie die Leitungen verlegt und die Filteranlage platziert werden. Die Situation zu Nachbargebäuden kann im Hinblick auf die Abluftführung, den Aufstellort der Filteranlage und des Ventilators ebenfalls eine Rolle spielen. Die Filteranlage sollte möglichst nahe an dem späteren Ort der Entsorgung der Späne platziert werden.

Vorgaben für die Konzeption einer Absauganlage (pdf, 111 KB)

Einzelabsaugung

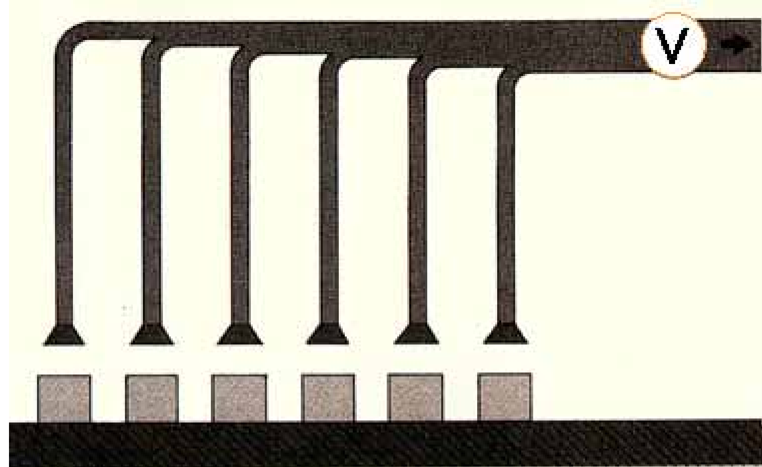
Bei der Einzelabsaugung hat jede Maschine ihren eigenen Ventilator. Dies kann für Maschinen sinnvoll sein, die baulich in einem anderen Brandabschnitt liegen oder nur mit großen Leitungslängen an die anderen Maschinen angeschlossen werden könnten. Auch die Absaugung von Handmaschinen mit Staubsaugern stellt eine Form der Einzelabsaugung dar. Bei mehreren Maschinen in unmittelbarer Nähe macht die Einzelabsaugung wenig Sinn, da die **Investitionskosten** vergleichsweise **hoch** sind.

Zentralabsaugung

Bei der Zentralabsaugung werden alle abzusaugenden Maschinen an einen einzigen Ventilator angeschlossen. Die Auslegung der Absaugung erfolgt nach dem Luftbedarf der maximal gleichzeitig laufenden Maschinen. Eine Zentralabsaugung benötigt eine **umfangreiche Steuerung**, um die Stränge richtig abzuschieben und für eine ausreichend Transportluftmenge zu sorgen.



Bild: Prinzipskizze Zentralabsaugung



Ein **Entstaubter** kann bis zu einem Gesamtvolumen von max. 6.000 m³/h die Funktion der Zentralabsaugung übernehmen. Er kann im Werkstattbereich aufgestellt werden und ist für kleinere Betriebe normalerweise die günstigste Lösung.

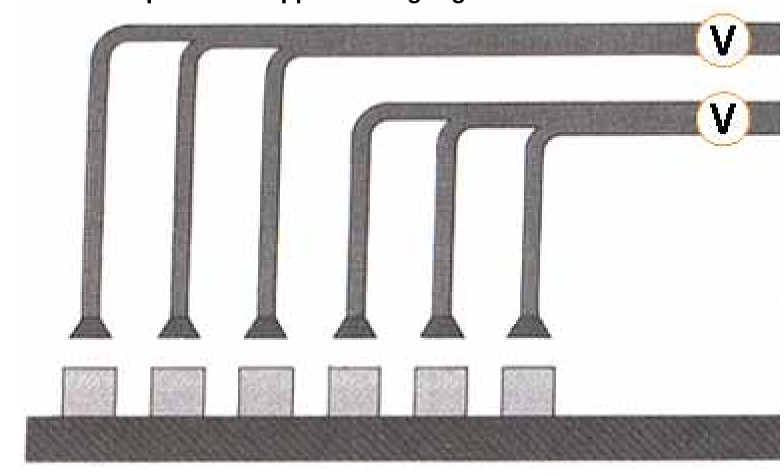
Ein wichtiger Vorteil der Zentralabsaugung ist, dass der Ventilator hinter dem Absaugfilter eingebaut werden kann. Er wird dadurch **reinluftseitig** eingesetzt. **Gegenüber einer rohluftseitigen Anordnung vor der Filteranlage haben derartige Ventilatoren einen um 20 - 25 % höheren Wirkungsgrad** und werden nicht durch Späne abgenutzt.

Bei größeren Anlagen kommen bei einer Zentralabsaugung schnell Motorleistungen von mehr als 10 kW zusammen. Hier empfiehlt es sich unbedingt, eine **Drehzahlsteuerung** vorzusehen, um die tatsächlich benötigte Leistung für gerade laufenden Maschinen besser auf die Ventilatorleistung anzupassen.

Gruppenabsaugung

Bei der Gruppenabsaugung werden die abzusaugenden Maschinen nach fertigungstechnischen oder räumlichen Aspekten zu Absauggruppen zusammengefasst, die jeweils durch einen eigenen Ventilator abgesaugt werden.

Bild: Prinzipskizze Gruppenabsaugung



Die Gruppenabsaugung ist oft der **günstigste Kompromiss**, um die Unterschiede im Luftbedarf zwischen großen und kleinen Maschinen auszugleichen. Man schafft damit mehrere kleinere Absauganlagen, die im Hinblick auf die Leistung und Nutzungshäufigkeit gruppiert werden.

Förderleitungen

Förderleitungen sollten aus fest verlegten Rohren bestehen und müssen aus **nichtbrennbarem Material** sein. Fest verlegte Förderleitungen müssen zu brennbaren Bauteilen einen Abstand von 100 mm haben. Sofern die Leitungen festgelegte Brandabschnitte durchdringen, müssen selbständig wirkende **Brandschutzklappen** eingebaut werden, die für materialführende Rohrleitungen geeignet sind. Die Förderleitungen sollten **geerdet** werden, um elektrische Felder durch die Reibung der Späne an den Transportrohren besser abzuleiten.

Gelegentlich trifft man in der Praxis auf einfache **Kunststoff-Rohre**. Abgesehen von ihrer Brennbarkeit können sie sich durch die Spänereibung statisch aufladen. Dadurch kommt es eher zu Verstopfungen und elektrische Funken können Holzstäube entzünden!

Nur zwischen Maschinenabsaugstutzen und fest verlegter Förderleitung dürfen **flexible Schläuche** zum Einsatz kommen. Diese müssen mindestens aus schwer entflammbarem Material (Baustoffklasse B1 nach DIN 4102) bestehen. Aufgrund ihres hohen Leitungswiderstandes sollten sie **höchstens 0,5 m lang** sein und geerdet werden.

Bild: Absaugschlauch mit wenig Wirksamkeit



Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH/Lemgo

Der Durchmesser hat einen großen Einfluss auf den **Leitungswiderstand**. Er geht in der 3. Potenz in den Leistungsbedarf ein, d.h. ein um 10 % größeres Rohr senkt den Energiebedarf um 25 %! Größere Rohre sind zwar teurer, rentieren sich aber über die Stromkosten.

Innerhalb des Rohrsystems bis zur Filteranlage muss eine **Mindestgeschwindigkeit** sichergestellt sein, um Späne und Stäube zu transportieren zu können. Diese beträgt bei der Förderung von

- **Schleifstaub** 10 m/s
- **trockenen Holzspänen** 15 m/s
- **feuchten Holzspänen** 20 m/s

Die Mindestgeschwindigkeit begrenzt die Möglichkeiten, den Energiebedarf mit großen Rohrdurchmessern zu senken. Deshalb hat Scheuch ein patentiertes Konzept entwickelt, das den Spänetransport in großen Rohren auch bei geringeren Geschwindigkeiten sicherstellt. Über zusätzliche kleine Ventilatoren wird der Transport im großen Hauptrohr unterstützt (**Aktivierungssystem**). Dieser erhöhte Investitionsaufwand führt zu einer Senkung zwischen 20 - 30 % des Strombedarfs.

Wenn für die Aufbereitung von Spänen Hacker eingesetzt werden, sollten die Rohrleitungen verstärkt werden. Die groben **Hackschnitzel** beanspruchen die Rohrwandung sehr. Hier kann es sinnvoll sein, die Leitungen durch eine **zweite Schicht** innen zu verstärken - insbesondere in den Rundungen.

Leitungsverlegung

Die Rohrleitungen der Späneabsaugung können unter oder über der Werkstattdecke verlegt werden. Bleiben sie unter der Decke voll sichtbar, ist die Zugänglichkeit zwar sehr gut, aber die Rohrleitungen verstauben stark und die Lärmbelastung in der Werkstatt ist erheblich.

Eine abgehängte Ebene vermeidet nicht nur Staubablagerungen, sondern kann zudem als **Schallschutzdecke** ausgeführt werden. Dadurch wird die Lärmbelastung in der Werkstatt deutlich verringert. Für Reparaturen und Montagen muss allerdings eine Zugänglichkeit eingeplant werden oder die Decke zumindest in Teilbereichen begehbar sein.

Anlagensteuerung

Die Absauganlagen in Zimmereibetrieben werden zumeist sehr ungleichmäßig genutzt. Die Absaugung muss so betrieben werden, dass an jeder im Betrieb befindlichen Maschine die vorgesehene Luftleistung erreicht wird. Wenn man die Anlage für den gleichzeitigen Betrieb aller Maschinen auslegt, wird dies in jeder Betriebssituation sichergestellt. Allerdings ist der damit verbundene Luftbedarf und entsprechend der Energieaufwand sehr hoch.

Effektiver ist es, die nicht benutzten Maschinen mit **Absperrschiebern** vom Rohrnetz der Absauganlage zu trennen. Dadurch kann die Absaugleistung auf den **Gleichzeitigkeitsfaktor** der

wesentlichen Maschinen reduziert werden. Bei neueren Anlagen müssen die Absperrschieber automatisch geschaltet werden. Diese können pneumatisch oder elektrisch ausgeführt sein. **Pneumatische Absperrschieber** haben ein wesentlich schnelleres Ansprechverhalten als elektrische Schieber, sie sind aber auch deutlich teurer und erfordern, dass zu jedem Schieber eine pneumatische Steuerleitung verlegt wird.

Für Altanlagen vor 1993 oder kleine Einzelanlagen bleibt es zulässig, die Rohrleitungen mit **Handschiebern** zu verschließen. Um sicherzustellen, dass die Schieber auch tatsächlich nach Bedarf eingesetzt werden, sind die Mitarbeiter in ihrem Gebrauch zu unterweisen. Sie müssen die Zusammenhänge zwischen einer effektiven Staub- und Späneerfassung und dem Einsatz der Handschieber verstehen.

Bei vollständigem Abschiebern der Förderleitungen muss auch beim Einzelbetrieb einer Maschine ein **Mindest-Fördervolumenstrom** sichergestellt werden, um Ablagerungen in den Förderleitungen zu vermeiden. Dies erfordert eine anspruchsvolle Anlagensteuerung. Dazu bedarf es des gezielten Öffnens von weiteren Schiebern, mechanisch wirkenden Bypassklappen
oder Aktivierungsluftsystemen.

Beim Einschalten einer Maschine muss sichergestellt sein, dass die Absauganlage innerhalb von wenigen Sekunden **automatisch anläuft**. Nach Abschalten der Maschine soll die Anlage von selbst mit einem zeitlichen Nachlauf wieder herunterfahren.

Funkenlöschanlagen

Nach Untersuchungen der Holz-BG besteht bei folgenden Maschinen ein deutlich **erhöhtes Risiko**, dass bei der Bearbeitung Funken oder glimmende Teilchen entstehen und in die Absaugleitungen geraten.

- schnellrotierende Zerkleinerungsmaschinen
- Mehrblattkreissägen
- große Breitbandschleifmaschinen

In diesen Fällen besteht eine erhöhte Brand- und Explosionsgefahr. Die Funkenbildung wird auch durch das **Aufsaugen des Kehrichts** deutlich erhöht, wenn dadurch Metallteile in die Absaugung geraten und beim Transport über die Reibung an der Rohrwandung glühend werden.

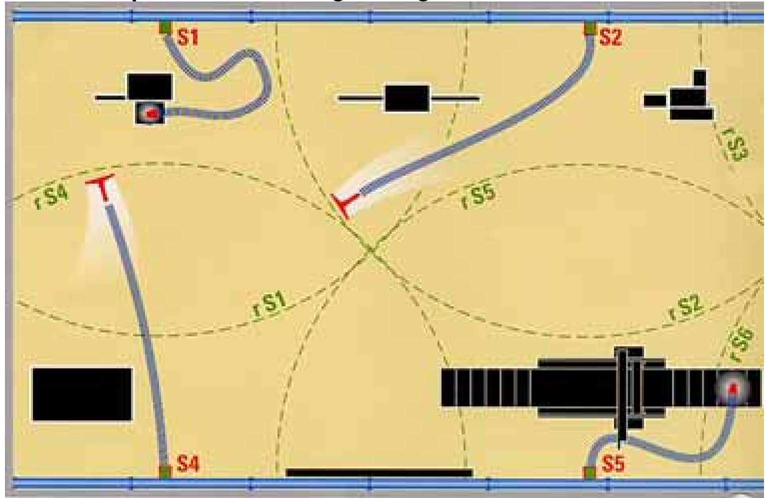
Auch über den Eintrag von Fremdmaterial in den Hacker sind Metallteile nicht gänzlich auszuschließen. Der Absaugung des Hackers sollte eine spezielle **Metallabscheidung** vorgeschaltet werden.

Funkenlöschanlagen können die **Brand- und Explosionsgefahr im Silo deutlich verringern**. Sie bestehen aus einem oder mehreren Funkenmeldern sowie Löschdüsen zum Einsprühen von Löschwasser. Die Funken werden gelöscht, bevor sie das Silo bzw. die Filteranlage erreichen. Der Abstand zwischen Funkenmelder und Löschdüsen ist von der Transportgeschwindigkeit abhängig und der Gesamtverzögerungszeit des Systems. Typischerweise beträgt dieser mindestens 6 m.

Handmaschinenabsaugung

Handmaschinen können einzeln über Staubsauger abgesaugt oder an eine Zentralabsaugung angeschlossen werden. Eine solche Staubsaugeranlage wird zumeist als eigener Absaugkreis eingerichtet, da hier besonders hohe Widerstände (kleine Durchmesser, lange flexible Leitungen) bei vergleichsweise geringem Luftvolumen zu überwinden sind. Spezielle Hochdruckventilatoren kommen dabei zum Einsatz.

Bild: Prinzipskizze Staubsaugeranlage



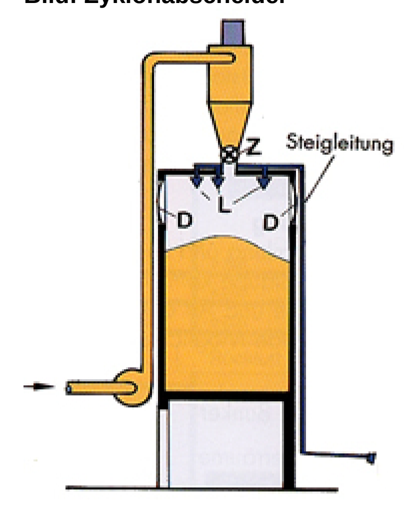
Für größere Werkstätten sind solche Staubsaugeranlagen vorteilhaft. Da auch Schläuche zum Aufsaugen angeschlossen werden können, wird die **Reinigung deutlich vereinfacht**. Handmaschinen können an die jeweiligen Anschlussdosen mit ihren Absaugstutzen angeschlossen werden. Allerdings ist eine solche Lösung vergleichsweise **aufwändig**.

Absaugfilter für holzverarbeitende Maschinen

Zyklone



Bild: Zyklonabscheider



Zyklone sind **Massenkraftabscheider**. Sie trennen den Staub und die Späne durch Fliehkraft von der Luft. Die Rohluft wird in den Zyklon eingeleitet und dabei in eine Drehbewegung versetzt. Bei diesem Vorgang werden Staub und Späne gegen die Wände des Zyklons geschleudert und fallen nach unten in das Spänelager oder eine andere Auffangvorrichtung. Die gereinigte Luft wird nach oben weggeleitet.

Zyklone sind einfache und robuste Anlagen. Ihre Wirksamkeit nimmt allerdings bei kleineren Staubteilchen stark ab. Sie können **nicht die Vorgaben der 7. BImSchV einhalten**, wenn es sich um Gemische aus Spänen und Staub handelt. Ihre Stärke liegt in der Abscheidung von Späne und Hackschnitzeln, deshalb kommen sie vorrangig in Säge- und Hobelwerken zum Einsatz.

Sofern sie in Zimmererbetrieben nur zur Absaugung von Hobel- und Fräsmaschinen eingesetzt werden, sind sie ausreichend wirksam. Bei einer Absaugung von Stäuben müsste dem Zyklon ein Staubfilter nachgeschaltet werden, um eine ausreichende Abreinigung der Luft zu gewährleisten.

Zyklone werden entsprechend der **Betriebssicherheitsverordnung** der **Zone 21** zugeordnet. Das ist ein Bereich, in dem gelegentlich eine explosionsfähige Atmosphäre in Form einer Wolke brennbaren Staubes auftritt.

Filteranlagen in Arbeitsräumen

Bild: Entstauber



In Arbeitsräumen dürfen grundsätzlich **nur Entstauber** oder Filteranlagen aufgestellt werden, bei denen der Ventilator reinluftseitig angeordnet ist (Unterdruckanlagen). Die Größe solcher Anlagen ist **auf 6 000 m³/h begrenzt**. Damit können aber problemlos 3 - 4 typische Maschinen gleichzeitig ausreichend abgesaugt werden.

Die Austragung kann erfolgen:

- kontinuierlich ins Freie (Silo oder Container)
- in eine Brikettpresse
- Staubsammelbehälter mit eingelegten Säcken (max. 500 Liter Sammelvolumen)

Ab einem **Rohluftdurchmesser** des Ansaugstutzens der Filteranlage von **mehr als 200 mm** sind bei einem Entstauber folgende Ausstattungen zusätzlich erforderlich:

1. **druckstoßfestes Gehäuse** bis 200 mbar
2. **Rückschlagklappe** zur Absperrung der angeschlossenen Leitung im Explosionsfall
3. **Feuerlöscheinrichtung** bestehend aus einem Thermosensor zur Abschaltung der Anlage und automatischer Aufgabe von Wasser in das Filtergehäuse.

Ältere Filteranlagen von vor 1993 mit rohluftseitigem Ventilator dürfen weiterhin in Arbeitsräumen betrieben werden, wenn der Luftvolumenstrom nicht größer als 6.000 m³/h ist und die Filter und Staubsammelsäcke unbeschädigt und dicht angeschlossen sind.

Filteranlagen in eigenen Räumen

Filteranlagen von **mehr als 6.000 m³/h** müssen in einem eigenen Filterraum aufgestellt sein, der **feuerhemmend** von den anderen Betriebsräumen abgetrennt ist (s.u. Bild: Luftrückführung).

Sicherheitstechnisch sind für diese Anlagen folgende **Ausstattungen** erforderlich:

1. **Druckentlastungsflächen** (entsprechend dem Filtervolumen), die unmittelbar ins Freie - nicht auf Verkehrswege - münden. Bei offenen Filteranlagen muss der Filteraufstellraum selbst ins Freie druckentlastet werden.
2. **Sicherheitstechnische Entkopplung** des Filters von dem Rohrleitungssystem durch
   - eine Pendelklappe oder
   - eine Zellenradschleuse oder
   - Schnellschlussschieber



Elektrische **Leuchten** in Filteraufstellräumen müssen mit dem Kennzeichen D versehen sein. **Elektrische Betriebsmittel** müssen im Reinluftbereich von Filteranlagen mindestens der Gruppe II, Gerätekategorie 3D und mindestens **Schutzart** IP 54 (staub- und spritzwassergeschützt) entsprechen.

Filteranlagen außerhalb des Gebäudes

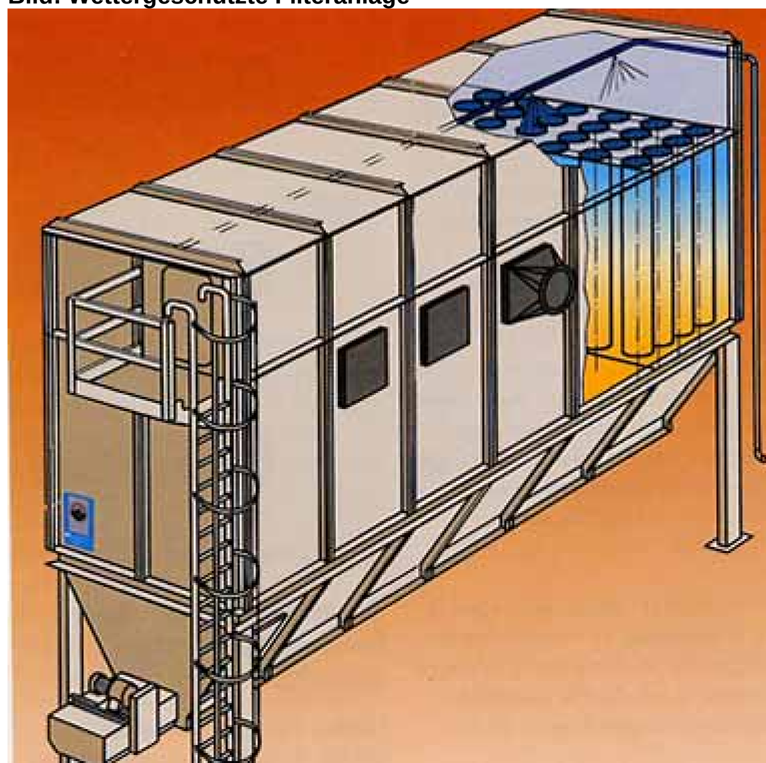
Die Aufstellung von Filteranlagen außerhalb des Gebäudes ist baulich oft die einfachste Lösung. Zudem wird dadurch die Lärmbelastung der Betriebsräume deutlich gesenkt. Die Aufstellung ist möglich in den Varianten:

- Einzelaufstellung an einer Außenwand
- Aufbau auf einem Silo
- Einbau in einem Silo

Bei einer Aufstellung an der Außenwand kann die Austragung der Späne in Sammelsäcke, eine Brikettpresse oder eine Ringleitung erfolgen. Über die Ringleitung werden die Späne und Stäube in einen Container oder in das Silo befördert. Die Ringleitung bedarf eines eigenen kleinen Transportventilators.



Bild: Wettergeschützte Filteranlage



Im Außenbereich müssen Filteranlagen über einen ausreichenden **Witterungsschutz** verfügen. Dies kann durch entsprechende Dachvorbauten oder eine wetterfeste Verkleidung der Anlage erfolgen. In letzteren Fall ist der Einbau von Druckentlastungsflächen erforderlich, um im Explosionsfall eine gezielte Druckentlastung zu gewährleisten.

Wenn Filteranlagen nicht alleine stehen, werden sie auf oder in einem Silo eingebaut. Wird die **Filteranlage auf das Silo** aufgesetzt, erfolgt die Übergabe der abgesaugten Späne über eine Zellenradschleuse an das Silo. Dadurch wird das Silo drucktechnisch entkoppelt. Explosionstechnisch wird in diesem Fall der Rohluftbereich der Filteranlage **der Zone 21** zugeordnet. Es ist also nur gelegentlich mit einer explosionsfähigen Atmosphäre in Form von brennbaren Stäuben zu rechnen.

Bei Anlagen mit einer Leistung von **weniger als 6.000 m³/h** ist keine explosionstechnische Einstufung erforderlich.

In allen anderen Fällen wird der **Rohluftbereich** der **Explosionsschutzzone 20** zugerechnet. Sehr häufig ist die Gefahr einer explosionsfähigen Atmosphäre durch eine Wolke von Holzstaub gegeben. **Elektrische Betriebsmittel** müssen deshalb der Gruppe II, Gerätekategorie 1D entsprechen.

Der **Reinluftbereich** bedarf normalerweise im Hinblick auf den Explosionsschutz keiner Einstufung, wenn die Filterelemente regelmäßig kontrolliert werden oder eine technische Reststaubüberwachung eingebaut ist. Alle **metallischen Anlagenteile** wie Stützkörbe von Filtern, Ventilatoren sowie Förderleitungen müssen elektrisch leitend verbunden und **geerdet** werden.

Luftrückführung

Sofern die Filteranlage im Arbeitsraum steht, wird die abgesaugte Luft immer in den Raum zurückgeführt. Aufgrund der gesundheitlichen Gefährdungen des Holzstaubes, werden an die Filterreinigung besondere Anforderungen gestellt.

Bild: Prüfzeichen H2



Bei Entstaubern sollten nur Geräte zum Einsatz kommen, die das **Prüfzeichen H2** tragen und damit gewährleisten, dass der Reststaubgehalt von 0,2 mg/m³ sicher eingehalten wird.

Bei Altgeräten haben umfangreiche Messungen ergeben, dass von einer ausreichenden Reinigung ausgegangen werden kann, wenn folgende Bedingungen erfüllt werden:

1. das Filtermaterial ist unbeschädigt
2. die Staub- und Sammeleinrichtung ist dicht und fest geschlossen
3. der Luftvolumenstrom nicht mehr als 6 000 m³/h

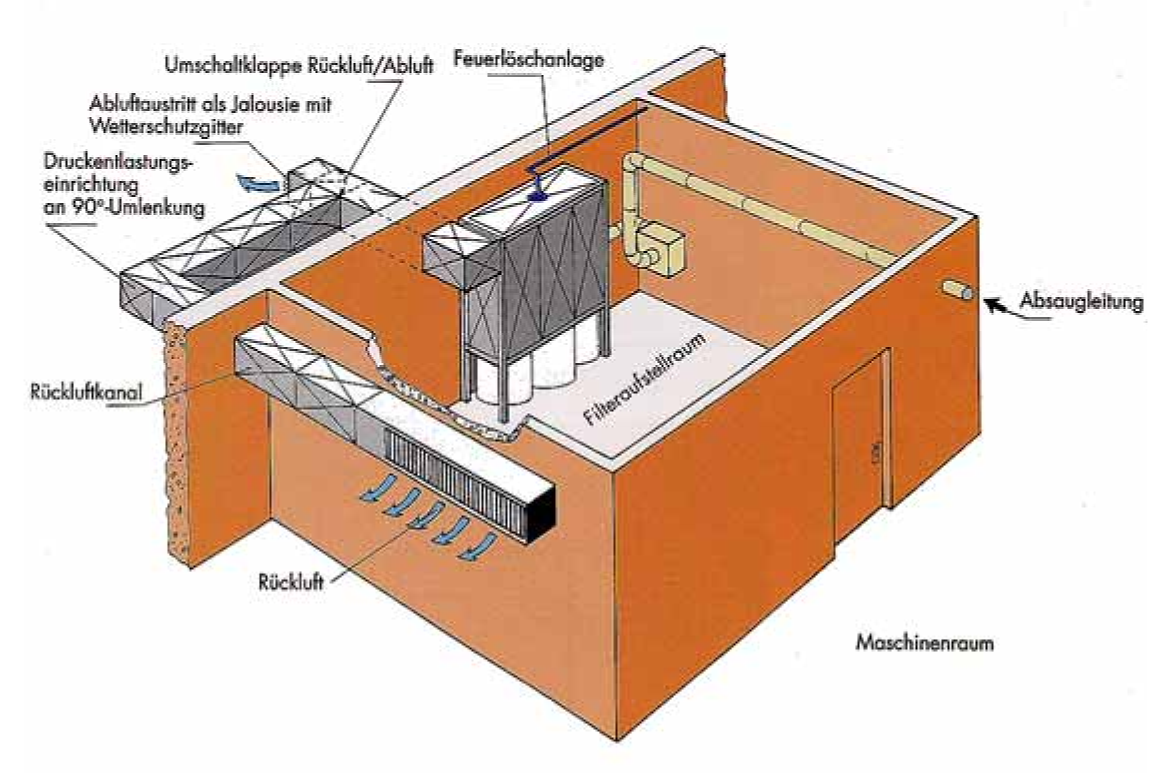
Für **kleinere Anlagen** im Außenbereich ist der Aufwand für die Luftrückführung meistens zu groß. Zwar gehen durch eine Absaugung erhebliche Luftmengen nach außen verloren und müssen nachgeheizt werden. Allerdings stehen dem gerade in kleineren Betrieben die verhältnismäßig **geringen Nutzungszeiten** gegenüber.

Bei größerer Nutzung und höherem Absaugvolumen ist eine Luftrückführung eine energetisch sinnvolle Sache. Dies hängt aber auch davon ab, wie der Betrieb seine **Wärmeenergie erzeugt**. Wenn er mit Öl oder Gas heizt oder die verfügbaren Resthölzer zur Verbrennung regelmäßig knapp sind, wird eine Investition sich eher rechnen, als wenn ausreichend Spänevolumen vorhanden ist.

Die **Anforderungen** an eine Luftrückführung lassen sich wie folgt beschreiben:

- Prüfzeichen H3 (sichere Einhaltung eines Reststaubgehaltes von 0,1 mg/m³)
- Zwei 90°- Umlenkungen in der Rückleitung vor Eintritt in das Gebäude mit Druckentlastungsflächen an der Umlenkung
- Umschaltklappe Rückluft/Abluft

Bild: Luftrückführung



Quelle: Holz-BG, BGI "Holzstaub", S. 15

Der Rückluftkanal sollte die in die Werkstatt eingeleitete Luft **nicht direkt in den Arbeitsbereich** eines Mitarbeiters blasen, sondern möglichst schräg in den Raum oder zur Decke zu platziert werden.

Ventilatoren

Ventilatoren dienen dem Transport von Spänen, Hackschnitzeln und Stäuben. Jeder Ventilator hat eine eigene Kennlinie. Die Ventilatoren im Holzbereich zeichnen sich durch die Förderung großer Luftvolumen aus. Die Leitung eines Ventilators ist abhängig von dem Widerstand der angeschlossenen Anlage. Der **Widerstand einer Absauganlage** ergibt sich aus

1. der **Leitungslänge**
2. dem **Durchmesser** der Leitungen
3. **Einbauten** wie Umlenkungen und Abzweigungen
4. Widerstand der angeschlossenen **Maschinen**

Mit zunehmendem Leitungswiderstand sinkt die Ventilatorleistung beträchtlich. Generell gelten folgende Zusammenhänge:

Bild: Zusammenhänge Durchmesser, Volumen, Ventilatorleistung

$$\frac{P_1}{P_2} \approx \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^3 \approx \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^5$$

P steht für die elektrische Anschlussleistung, V für das zu fördernde Luftvolumen und D für den Rohrdurchmesser.

Nimmt das zu fördernde Luftvolumen z.B. um 10% zu, ergeben sich daraus bereits 33% höhere elektrische Anschlusswerte.

Umgekehrt gilt: Bei einer **Zunahme des Durchmesser** der angeschlossenen Leitungen um 10% ergibt sich eine **Senkung** der erforderlichen **Ventilatorleistung** um mehr als ein Drittel!

Aus **Lärmschutzgründen** sollten Ventilatoren schallisoliert im Freien oder in gesonderten Räumen aufgestellt werden. Um die Übertragung von Vibrationen auf Bauteile oder angeschlossene Rohrleitungen zu vermindern, sind **Maßnahmen zur Schwingungsdämpfung** notwendig, z.B.

- Schwingungsdämpfer im Sockelbereich
- Kompensatoren zwischen Anschlussstutzen von Ventilatoren und angeschlossenen Rohrleitungen

Ventilatoren im Rohluftbereich

Wenn der Ventilator vor der Filteranlage angeordnet ist, wird er im Rohluftbereich eingesetzt. Die Ventilatorflügel müssen nicht nur die Luft, sondern auch das Material, sprich Späne und Hackschnitzel transportieren. Dies bedeutet eine wesentlich **höhere Beanspruch** der Ventilatorflügel, als bei Ventilatoren im Reingasbereich (s.u.).

Auch Ventilatoren sollten **regelmäßig kontrolliert** und gewartet werden, um eventuelle Schäden an den Flügeln zu entdecken. Ansonsten können die dadurch entstehenden Unwuchten die Lager schädigen. Die Ventilatorleistung wird dadurch deutlich vermindert.

In Ventilatoren können durch Kontakt des Laufrades mit der Düse **Schlag- und Reibfunken** entstehen, die im Rohgasbereich zu Bränden und Explosionen führen können. Rohgasseitig angeordnete Ventilatoren müssen deshalb zwischen Laufrad und Düse mit einem Ring aus nicht funkenreißenden Material, z.B. Bronze, Messung oder Kupfer ausgerüstet sein.

Ventilatoren im Reinluftbereich

Reinluftseitig angeordnete Ventilatoren haben keinen direkten Materialkontakt. Sie sind hinter der Filteranlage platziert. Dadurch werden sie wesentlich **geringer beansprucht**. Die Ventilatorflügel können ausschließlich auf den Transport der Luft hin optimiert werden.

Reinluftseitige Ventilatoren weisen einen **über 25 % höheren Wirkungsgrad** auf als rohgasseitige. Bei entsprechender Laufzeit wird dadurch der höhere Investitionspreis schnell wieder kompensiert.

Späneaufbereitung

Folgende Möglichkeiten stehen dem Zimmerer zur Verfügung, um seine Späne und Hackschnitzel aufzubereiten und zu lagern:

- Absackung
- Brikettierung
- Container

Absackung


Bild: Offene Filteranlage mit Spänesäcken



Die einfachste Form, Späne und Stäube aus der Filteranlage zu erfassen und zu lagern sind Kunststoffsäcke. 3 - 4 Stück von ihnen werden typischerweise unterhalb der des Filters platziert. Sie haben jeweils ein **Fassungsvermögen** von 150 - 200 Liter und wiegen gefüllt zwischen 15 - 25 kg.

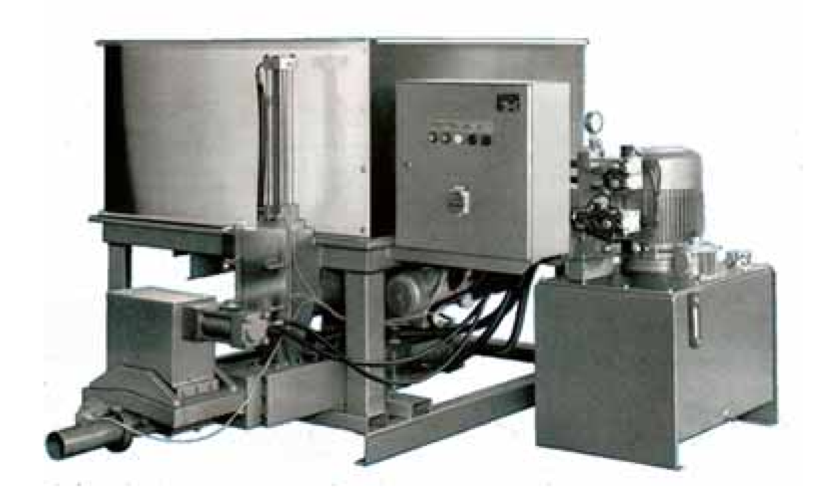
Spänesäcke können gut manuell gehandhabt werden, allerdings ist der Umgang mit erheblichen Staubbelastungen verbunden. Hier empfiehlt sich der Einsatz einer speziellen **Staubmaske** (Näheres dazu im Kapitel Holzstaub).

Die Spänesäcke können später **verwertet** werden:

- in der betriebseigenen Holzfeuerung
- in einer Holzfeuerung bei einem Kollegenbetrieb
- in einem Reitstall als Streu

Brikettierung

Bild: Brikettpresse



Die Brikettierung ermöglicht eine Verdichtung der Späne und Stäube zu zylinderförmigen oder 8-eckigen Briketts. Heute werden fast ausschließlich nur noch hydraulische Brikettieranlagen eingesetzt. Sie ermöglichen **Komprimierung des Volumens um den Faktor 1:6 - 1:8**. Die Briketts erlangen damit **Eigenschaften**, die denen **von Massivholz** ähneln. Je höher der Staubanteil in der zu brikettierenden Fraktion, desto eher krümeln die Briketts aus. Bei längerer Lagerung zerfallen sie häufig.

Briketts können abgesackt und als Brennstoff verwertet werden. Wenn sie ausschließlich aus Massivholzspänen hergestellt werden, können diese auch ähnlich wie Massivholz im Privatbereich als Brennholz für den hauseigenen Kamin genutzt werden.

Der typische **Leistungsumfang** kleiner hydraulischer Brikettpressen liegt zwischen 50 - 100 kg/h.

Wenn die Briketts in einem Brikettraum gelagert werden, um sie später in der eigenen Holzfeuerung zu verbrennen, kann damit das erforderliche **Raumvolumen** gegenüber einer reinen Spänelagerung um **ca. 70 % reduziert** werden. Die Briketts werden dazu hinter der Brikettpresse in einem Schlauch oder Kanal geführt, der durchaus 10 - 15 m überbrücken kann. Gegenüber Spänen ist die Lagerung mit deutlich weniger Staub verbunden, sie ähnelt eher der Lagerung von Massivholz. Die untere Explosionsgrenze von 30 g/m³ wird in der Regel nicht erreicht. Deshalb sind auch bei normalen Bedingungen keine zusätzlichen Druckentlastungsflächen erforderlich. Der vorbeugende Brandschutz im Sinne der Vermeidung von Zündquellen muss allerdings gewahrt bleiben. Zudem ist der Einbau einer Trockenlöschleitung empfehlenswert, um im Brandfall das Feuer gezielt von außen bekämpfen zu können.

Brikettpressen sind gegenüber anderen Lagerformen wesentlich **empfindlicher**. Es bedarf besonderer Sorgfalt, dass keine Metallteile in die Presse gelangen und so die Spannzangen beschädigen. Aufgrund der erheblichen **hydraulischen Kräfte** kann es häufiger zu Störungen kommen.

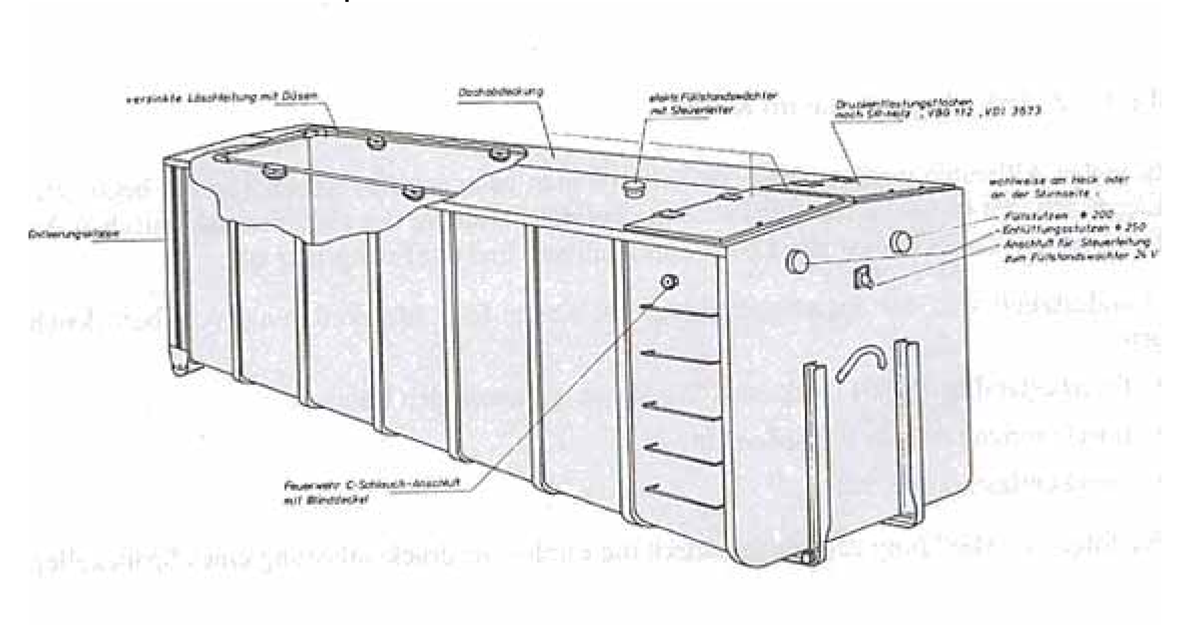
Container

Dort wo keine betriebliche Holzfeuerung für die Verwertung der Späne vorgesehen ist, bieten Containersysteme eine gute Alternative zu Sacksystemen. In der Praxis kommen zwei Varianten zum Einsatz.

Wenn die abgesaugte Luft zunächst in den Container geführt wird, bedarf es einer vergleichbaren **Sicherheitstechnik** wie bei einem herkömmlichen Silo:

- **Trockenlöschleitung** mit C-Anschluss
- **Druckentlastungsflächen**
- elektrischer Füllstandswächter

Bild: Einblascontainer für Späne



Im Container werden die Späne vorabgeschieden und die Staubfraktion wird danach in der Filteranlage erfasst.

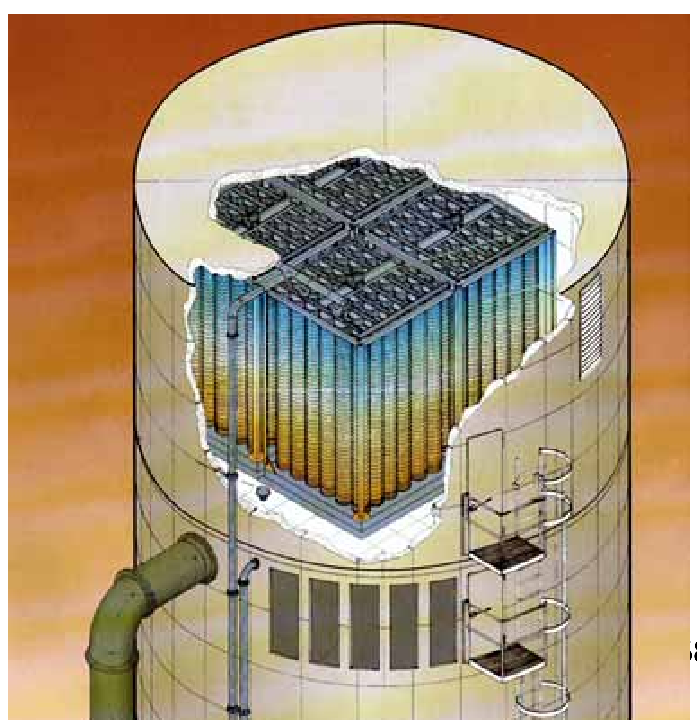
In der zweiten Variante erfolgt die komplette Abscheidung von Spänen und Stäuben in der Filteranlage. Über eine **Zellenradschleuse** wird das erfasste Material drucklos einem einfachen Container übergeben. Der Container benötigt in diesem Fall keine zusätzlichen Explosionsschutzeinrichtungen

Bild: Spänecontainer nach Zellenradschleuse



Quelle: Planen und Einrichten von Tischler-/Schreinerbetrieben S. 108

Spänesilo



Holzstaub und Späne werden in der Regel über eine Absauganlage einem Spänebunker oder Spänesilo zugeführt. Sollen die Späne zum Heizen der Werkstatt genutzt werden, ist es von Vorteil, wenn der Spänebunker in unmittelbarer Nähe der Heizungsanlage angeordnet wird.

Die Dimensionierung eines Silos oder eines Bunkers ist eine langfristige Frage. Da ein späterer Ausbau ist meist nicht mehr möglich ist, kann er eigentlich gar nicht groß genug sein. Für die Planung geht man zumeist von dem **Faktor 0,5** bezogen auf den gesamten **Brennstoffbedarf pro Jahr** aus. In der folgenden Tabelle wird überschlägig die Dimensionierung in Abhängigkeit von der Nennwärmeleistung der Holzfeuerung abgeschätzt:

Tabelle: Nennwärmeleistung und Silokapazität

Nennwärmeleistung (kW)	50	75	100	150	200	300
Brennstoffbedarf (m^3)	111	167	223	334	446	669
Silokapazität (m^3)	56	84	112	167	223	335

Quelle: Planung und Einrichtung von Tischler-/Schreinerbetrieben S. 99

Anlagen, in denen Staub, Späne und Hackschnitzel aus Holz gelagert werden, gelten als brand- und explosionsgefährdet. Daher müssen bei der Errichtung von Spänelagerräumen vor allem die **Unfallverhütungsvorschrift "Silos und Bunker" (BGV C 12)** der Holz-Berufsgenossenschaft beachten werden. Dabei müssen folgende Explosionsschutzzonen beachtet werden:

Zone 20	Bereich, in dem explosionsfähige Atmosphäre in Form einer Wolke brennbaren Staubes in Luft **ständig oder langzeitig** oder häufig vorhanden ist.
Zone 21	Bereich, in dem damit zu rechnen ist, dass explosionsfähige Atmosphäre in Form einer Wolke brennbaren Staubes in der Luft bei Normalbetrieb **gelegentlich** auftritt.
Zone 22	Bereich, in dem bei Normalbetrieb nicht damit zu rechnen ist, dass explosionsfähige Atmosphäre in Form einer Wolke brennbaren Staubes in der Luft auftritt, wenn sie aber dennoch auftritt, dann nur **kurzzeitig**.

Die Einstufung des Silobereichs sowie der damit einhergehenden Filteranlagen und Förderleitungen entsprechenden den Explosionsschutzzonen der **Betriebssicherheitsverordnung** ergibt sich aus folgender Übersicht:

Tabelle: Beispielsammlung zur Zonenteilung in Anlagen zum Erfassen, Abscheiden und Lagern von Spänen

Anlagenkomponente	Zone	Bemerkungen	Schutzmaßnahmen
Absaugrohrleitungen zwischen Maschinen und Abscheider – Rohluftbereich	n.e.	Normalfall, bei Förderluftgeschwindigkeiten ≥ 10 m/s	
	21	Sonderfall, bei hohem Zerspanungsvolumen mit hohem Staubanteil, z.B. durch Breitbandschleifmaschinen, und Förderluftgeschwindigkeiten < 10 m/s	Funkenlöschanlagen empfohlen
Entstauber	n.e.	mit Luftvolumenstrom ≤ 6000 m^3/h	gemäß DIN 8416
Filteranlagen – Rohluftbereich	n.e.	Filteranlagen mit Luftvolumenstrom ≤ 6000 m^3/h	bei geschlossenen Filteranlagen ist wegen der Gefahr heftiger Abbrände eine Druckentlastungseinrichtung nach VDI 3673 notwendig
	21	Filteranlagen mit Luftvolumenstrom > 6000 m^3/h und nur gelegentlicher/diskontinuierlicher Abreinigung und Entkopplung der Rohluftbereiche von Filteranlage und Silo/Container (z.B. Zellenradschleuse, Ringleitung)	Druckentlastungseinrichtung nach VDI 3673
	20	alle anderen Filteranlagen, z.B. Siloeinbaufilter, Siloaufsatzfilter ohne Austragung, Großfilteranlagen mit kontinuierlicher Abreinigung	Druckentlastungseinrichtung nach VDI 3673
Filteranlagen – Reinluftbereich	n.e.	Reststaubgehaltsüberwachung vorhanden oder keine Reststaubgehaltsüberwachung im Reinluftbereich, jedoch regelmäßige Kontrolle der Filterelemente	
	22	keine Reststaubgehaltsüberwachung im Reinluftbereich und keine regelmäßige Kontrolle der Filterelemente	
Rückluftleitung zwischen Filteranlage und Arbeitsraum – Reinluftbereich	n.e.	im Leckagefall, wenn Polizeifilter oder Reststaubgehaltsmessgerät vorhanden und bei beschädigten Filterelementen Anlage selbsttätig abgeschaltet wird oder regelmäßige Kontrolle der Filterelemente	ExplosionstechnischeEntkopplung Filter/Rückluftleitung
	22	im Leckagefall, wenn keine Reststaubgehaltsüberwachung im Reinluftbereich und keine regelmäßige Kontrolle der Filterelemente	ExplosionstechnischeEntkopplung Filter/Rückluftleitung
Zyklone	21		
Materialtransportleitung mit pneumatischem Transport, z.B. zwischen Filteranlage und Silo	21		
Ringleitungsabschnitt ohne Materialtransport zwischen Silo und Zellenradschleuse	22		
Mech. Fördereinrichtungen, z.B. Schneckenförderer, Kratzförderer	n.e.		
Silo	20	Normalfall, bei pneumatischer Befüllung	Druckentlastungseinrichtung nach VDI 3673
	21	Bei Befüllung im freien Fall, z.B. über eine mechanische Fördereinrichtung	Druckentlastungseinrichtung nach VDI 3673

Quelle: Holz-BG, BGI 739 "Holzstaub" Anlage 9, Stand 2004, n.e. = Nicht explosionsgefährlicher Bereich

Der unmittelbare Bereich des Silos wird der **Zone 20** zugeordnet. Hieraus ergeben sich im Wesentlichen folgende **baulichen Vorgaben**:

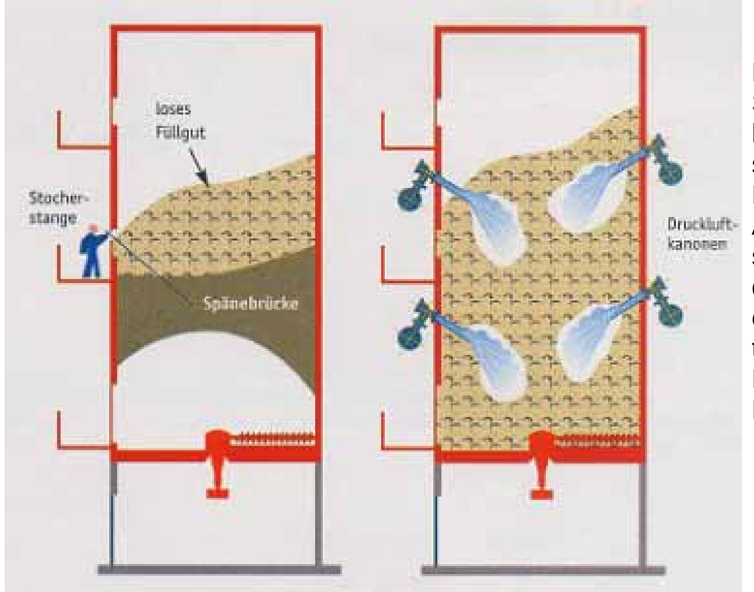
- Silos aus nichtbrennbarem Material (Beton, Stahl) sollten in einem **Abstand** von mindestens 5 m zu anderen Gebäude errichtet werden. Bei brennbaren Baustoffen erhöht sich der Mindestabstand auf 15 m.

- **Zugänge** sind mindestens in Nähe des Silobodens und oberhalb des maximalen Füllstandes einzurichten.
- Vor Türen und anderen seitlichen Öffnungen in Höhe von mehr als 2 m über dem Boden sind **Podeste** mit einer Grundfläche von mindestens 0,8 x 1 m einzurichten.
- Fest angebrachte **Steigleitern** mit Rückschutz sind anzubringen.
- trockene **Sprühwasserlöscheinrichtungen** mit Steigleitung von mindestens DN 5 und Anschluss für die Löschwasserversorgung (C-Anschluss). Die von der Löschdüse zu schützende Fläche darf 12 m² nicht überschreiten und der Abstand untereinander darf höchstens 4 m betragen.
- Einbau von **Druckentlastungsflächen** entsprechend dem max. gelagerten Spänevolumen (H = Spänehöhe, D = Silodurchmesser)

Tabelle: Erforderliche Fläche A an Druckentlastungsflächen in Abhängigkeit vom Behältervolumen

V in m³	A_{ges} in m² bei H/D = 1	A_{ges}in m² bei H/D = 2	A_{ges} in m² bei H/D = 3	A_{ges} in m² bei H/D=4
5	0,49	1,05	1,38	1,61
10	0,83	1,77	2,33	2,72
20	1,40	2,99	3,92	4,58
30	1,9	4,06	5,32	6,21
40	2,36	5,04	6,60	7,72
50	2,79	5,96	7,81	9,13
60	3,20	6,84	8,96	10,47
70	3,60	7,68	10,07	11,76
80	3,98	8,49	11,13	13,00
90	4,35	9,28	12,16	14,21
100	4,71	10,04	13,17	15,38
200	7,93	16,93	22,19	25,92

Quelle: Gesamtdruckentlastungsfläche in Abhängigkeit vom Siloleervolumen nach VDI 2263 Blatt 3



Die **Austragung** der Späne aus dem Silo muss dem Gewicht der zu lagernden Spänemenge angepasst sein. Wenn die Späne in Form von Briketts gelagert werden, muss die Austragung dafür besonders geeignet sein! In Silos kann es zu Störungen durch Stauungen des Spänegutes oder Brückenbildung kommen. Dies tritt vor allem bei der Lagerung von Holzhackschnitzeln auf. Zur Beseitigung solcher Störungen sollten

über die Höhe des Silos ausreichend viele Öffnungen vorgesehen werden.

Auch **Druckluftkanonen**, die in regelmäßigen Abständen automatisch durch schnelle Leerung des zugehörigen Druckbehälters (Luftstoß) aktiviert werden, können derartige Spänebrücken abbauen. Die Druckwelle lockert das Spänegut.

Bei der Kombination automatischer Holzfeuerungsanlagen mit Unterdruck-Filteranlagen und Ringsystem zum Spänesilo ist sicherzustellen, dass sich kein Unterdruck im Silo und in der nachgeschalteten Heizkessel-Beschickungseinrichtung bilden kann. Dies kann z.B. durch Bypass in der Ringleitung und eine Druckausgleichseinrichtung im Bereich "Silo" oder "Feuerungsbeschickung" realisiert werden. Nur von einer Fachfirma ausführen lassen!

Im **Gebäudebestand** befinden sich Späneräume häufig im Untergeschoss oder Keller. Hier können die erforderlichen brandschutztechnischen Sicherheitsvorkehrungen nur begrenzt getroffen werden. Um eine ausreichende Druckentlastung zu gewährleisten, müssen die Entlastungsöffnungen in der Kellerwand über einen Schacht den Druck nach außen ableiten. Der Ausblaskanal muss dabei so platziert werden, dass der entstehende Staub- und Flammenstrahl gefahrlos abgeleitet werden kann.

Im Umgang mit Silos ist Vorsicht geboten. Hier können schwerwiegende Unfälle passieren. Deshalb sollten die Beschäftigten über das Verhalten bei Bränden in Silos und die Funktion der Sprühwasser-Löscheinrichtung mindestens **einmal jährlich unterwiesen** werden. Folgende Punkte sollten angesprochen werden:

- Im Brandfall muss die Spänezufuhr zum Silo gestoppt werden.
- Das Abreinigen der Filteranlage ist dann zu verhindern. In Anlagen, bei denen das Abreinigen mit dem Stillsetzen der Ventilatoren gekoppelt ist, den NOT-AUS Schalter betätigen.
- Wenn der Spänesilo im Falle einer Stauung betreten werden muss, sind entsprechende Vorsichtsmaßnahmen zu treffen. Beim direkten Einstieg in das Silo unbedingt den Einsteigenden über einen Abseilgurt durch einen zweiten Mann sichern!
- Wenn das Silo voll wird, muss die Zufuhr der Späne gestoppt werden und eventuell eine gesicherte Entleerung durch einen Spezialbetrieb eingeleitet werden.

Diese Punkte sollten allen Beschäftigten in einer **Betriebsanweisung** zur Verfügung stehen!

Bunker

In vielen bestehenden Betrieben kann ein Silo nicht ergänzt oder integriert werden. Oft lässt es sich aber ermöglichen, eine ausreichend sichere Lagerung auch in den Kellerräumen vorzusehen.

Vorteile:

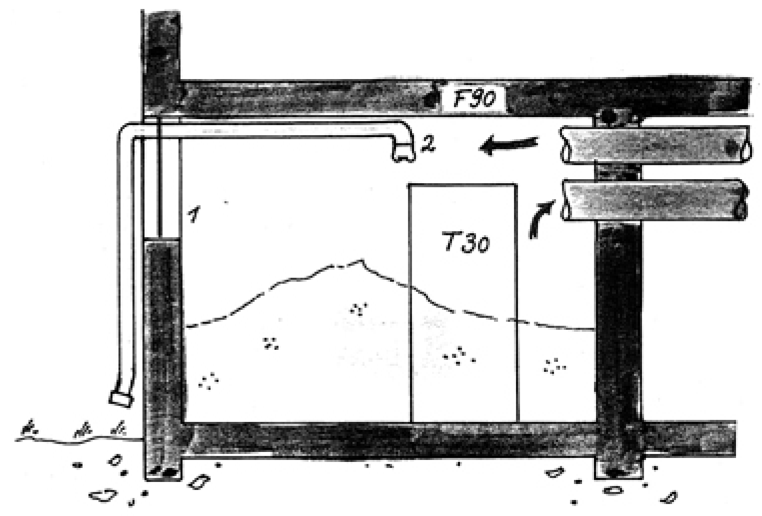
- Vorhandene Kellerräume können genutzt werden.

Nachteile:

- Zumeist begrenzte Lagerkapazität
- Einrichtungen des Brand- und Explosionsschutzes sind oft schwieriger einzubauen als beim Silo
- Entleerung bei Betriebsstörungen schwierig.

Grundsätzlich sind Bunker gut geeignet für die Lagerung von Briketts oder Stückholz. Bei der Lagerung von Holzspänen und -stäuben müssen zusätzliche Sicherheitsanforderungen im Hinblick auf eine **Sprühwasserlöscheinrichtungen** und **Druckentlastungsflächen** ergänzt werden. Im folgenden Bild ist eine Lösung dargestellt. Dabei stellt 1 die Druckentlastung dar und 2 die Trockenlöschleitung, um von außen im Brandfall Löschwasser in den Bunker einbringen zu können.

Bild: Sicherheitstechnik in einem Bunker im Keller



Quelle: Wärme aus Holzresten, Fachverband des Schreinerhandwerks, BW, S. 18

Oberflächenbereich

Mit einer individuellen hochwertigen Oberfläche kann der Zimmerer sich im Wettbewerb qualitativ von Industrie und Handel absetzen. Für die Verarbeitung der dafür erforderlichen Beschichtungsstoffe bedarf es geeigneter baulicher Einrichtungen sowie qualifizierte Mitarbeiter. Es ist zu berücksichtigen, dass im Oberflächenbereich mit vielen Gefahrstoffen umgegangen wird, die folgende Eigenschaften aufweisen können:

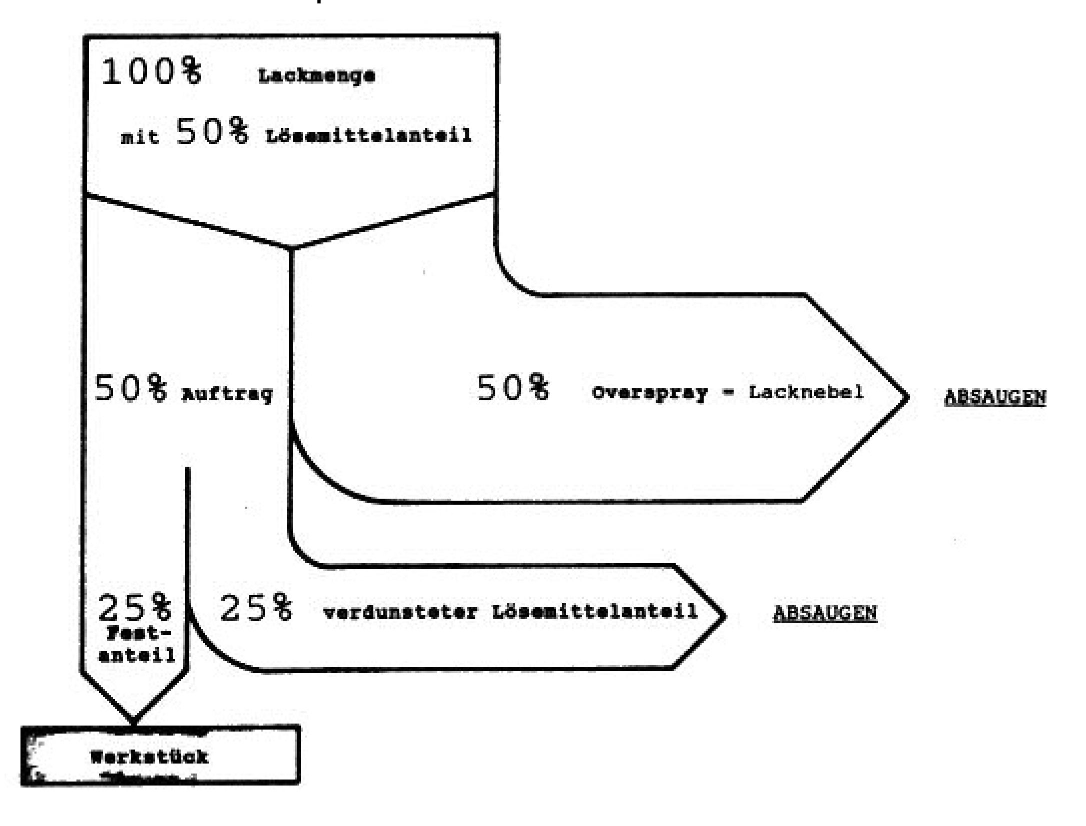
- leicht entzündlich
- entzündlich
- reizend

Daraus ergeben sich Vorgaben an die **bauliche Gestaltung** wie auch an die **Ausrüstung und Unterweisung der Mitarbeiter**. Dabei ist eine **wirksame Absaugung** vorzusehen, die gewährleistet, dass keine Gefährdung der Mitarbeiter durch hohe Gefahrstoffkonzentrationen entstehen. Auch bei kleineren Betrieben ist deshalb von einem Absaugvolumen von mindestens 3 000 m³/h auszugehen. Wer im hochwertigen Bereich tätig ist und auch Hochglanzverarbeitung ermöglichen möchte, benötigt ein Absaugvolumen von wenigstens 10 000 m³/h, um eine ausreichende Abreinigung der Luft sicherzustellen.

Schutz vor Emissionen

Die Oberflächenbeschichtung ist energieintensiv und belastet die Umwelt potenziell erheblich. Die folgende Grafik stellt dar, wie hoch die Verluste beim Auftragen sind:

Bild: Verluste beim Druckluftspritzen



Rund 75 % der verarbeiteten Mittel werden über die Absaugung erfasst und an die Umwelt abgegeben. Gerade Lösemittel sind besonders geruchsintensiv. Deshalb sollte die Abluftführung eine ausreichende Verdünnung sicherstellen. Der Ventilator muss deshalb im Abluftrohr **mindestens eine Luftgeschwindigkeit von 7 m/s** sicherstellen.

Die Höhe des Abluftkamins muss in Abstimmung mit dem Bauamt entsprechend der Nachbarschaftsbebauung festgelegt werden.



Eine direkte Filterung der Lösemittel aus der Abluft wird durch die herkömmlichen Filtereinheiten nicht ermöglicht. Bei ungünstigen baulichen Randbedingungen kann der Einbau eines Aktiv-Kohlefilters vorgesehen werden. Er erfasst die Lösemittel in der Abluft und muss regelmäßig entsorgt werden.

Um das Problem bei der Wurzel zu packen sollte, wo immer dies fertigungstechnisch möglich ist, auf **lösemittelarme Oberflächensysteme** zurückgegriffen werden.

Brandschutz

- In Spritzräumen darf maximal der Bedarf einer Arbeitsschicht an brennbaren Beschichtungsstoffen zwischengelagert werden.
- Gefäße und Behälter sind stets abgedeckt zu halten.
- Tauchbehälter nach Beendigung der Arbeit abdecken, um ein Verdunsten von Lösemitteln zu vermeiden.
- Funkenbildende Elektrogeräte sollten nicht in Spritzräumen aufbewahrt werden (z. B. Radio).
- Flucht- und Rettungswege freihalten!

Es ist notwendig, Nitrolacke und Öle in getrennten Lackiereinrichtungen zu verarbeiten. Die Rückstände der Nitrocellulose können sich leicht an der wärmebildenden Trocknung von Ölrückständen entzünden. Ölgetränkte Lappen deshalb immer in verschließbaren Behältern sammeln und aus den Verarbeitsräumen entfernen! Auch beim Kontakt zwischen lösemittelhaltigen Reinigern und Beschichtungsstoffen ist eine **Selbstentzündung** möglich. Die Brandgefahr ist erheblich!

Spritzräume sollten mindestens mit **zwei großen Feuerlöschgeräten** und einer Feuerlöschdecke ausgestattet sein.

Arbeitsschutz

Die Verarbeitung von lösemittelhaltigen Beschichtungsstoffen belastet die Gesundheit erheblich. Deshalb sind hierfür besondere Vorsichtsmaßnahmen geboten:

1. Handschuhe und **Hautpflegemittel** sind vorzusehen, um die besondere Reizung der Haut zu verringern (Hautpflegeplan).
2. Ausreichende Verfügbarkeit von **Lappen** und Reinigungsmitteln
3. **Keine Lebensmittel** im Spritzraum!
4. Keine wiederverwerteten **Lebensmittelgläser** zur Aufbewahrung von Lackresten! Besser dafür geeignete Kunststoffbehälter beschriften.
5. Für einen ausreichenden **Atemschutz** sind Partikelfilter der Güte 2 zur Verfügung zu stellen. Ein Beispiel dazu kann auf der Seite Zimmerer > Betriebsplanung > Maschinenabsaugung > Holzstaub eingesehen werden.

Die Mitarbeiter sollten im Rahmen einer **Unterweisung** über die wesentlichen Vorsichtsmaßnahmen informiert werden.

Vorschlag für den betrieblichen Aushang (doc, 37 KB)

Für die Planung eines Oberflächenraums mit Lacklager empfiehlt es sich, auf die Beratungskompetenz des Verbandes zurückzugreifen.

Konzeptionen

Arbeitsablauf

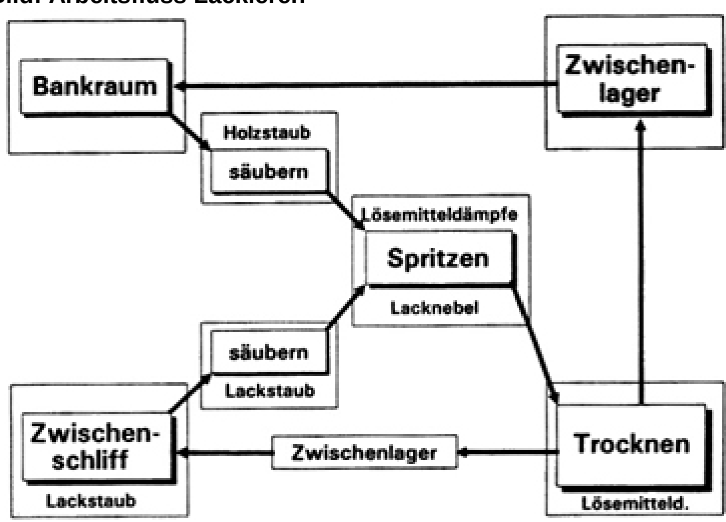
Für die **Planung des Spritzraums** und Trockenbereiches gilt es zunächst, sich über folgende Fragen klar zu werden:

1. Welche **typischen Teileformen** müssen gespritzt werden (vorwiegend Flachteile, Schränke oder Rahmenteile)?
2. Welche Arten von **Beschichtungsmaterialien** sollen verarbeitet werden?
3. Welche **Spritztechniken** werden eingesetzt (Airless, Druckluft...)?

4. Wie viel Beschichtungsmaterial wird ungefähr verarbeitet, wie intensiv wird **die Oberfläche genutzt**?
5. Kann die **Trocknung** in einem eigenen Raum erfolgen oder muss sie in den Spritzraum integriert werden?
6. Steht eine ausreichende **Heizleistung** für den Oberflächenbereich zur Verfügung (Raumtemperatur 20 °C)?

Die untenstehende Grafik verdeutlicht den **Arbeitsablauf beim Lackieren**. Die Raumplanung sollte möglichst diesem Ablauf angepasst werden.

Bild: Arbeitsfluss Lackieren



Der Oberflächenbereich muss mit ausreichend Druckluft versorgt werden. Bei der Verarbeitung von wasserlöslichen Systemen muss zudem ein Wasseranschluss vorhanden sein.

Das Abscheiden und Filtern der abgesaugten Lackpartikel kann durch folgende **Systeme** erfolgen:

- Trockenabscheidung
- Nassabscheidung
- Unterflurabsaugung

Aus **Energiespargründen** ist zu empfehlen, dass bei Ruhestellung der Spritzpistole der Ventilator in eine niedrigere Drehzahl fährt. Dies kann mit einer speziellen Pistolenhalterung gekoppelt werden. Bei reiner Trocknung - ohne dass ein Mitarbeiter im Raum arbeitet - kann man die Anlage auch auf **Umluftbetrieb** arbeiten lassen. Dadurch lässt sich einiges an Wärmeenergie einsparen.

Der Landesfachverband hat gemeinsam mit der Universität Stuttgart und dem Fraunhofer-IPA in Stuttgart im Jahr 2003 das Projekt "**Qualitätsgerechte und effektive Maßnahmen zur Luftreinhaltung in handwerklichen und industriellen Lackierereien"** durchgeführt.

Zusammenfassender Bericht über die **wichtigsten Ergebnisse** **(pdf, 65 KB)**

Trockenabscheidung

Bei der Trockenabscheidung werden die Lackpartikel in Filtermatten aufgefangen. Als Vorabscheider werden überwiegend Papierfilter oder Prallbleche verwendet.

Bild: Trockenabscheidung mit optimierter Luftführung



Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH/Lemgo

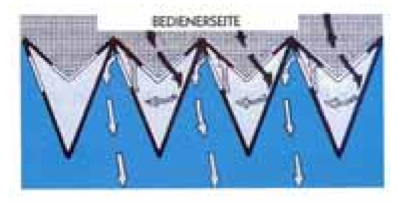
Trockenabsaugungen sind vergleichsweise **preiswert**. Die Absaugform kann teilweise den Abmessungen der zu spritzenden Teile angepasst werden. Die **Absaugleistung** hängt aber stark von der Verschmutzung der Filter ab. Der **Abscheidegrad** von Lackpartikeln ist gegenüber einer Nassabsaugung etwas geringer und ungleichmäßiger. Trockenabsaugungen sind vor allen in Betrieben zu empfehlen, in denen die **Auslastung des Spritzraums sehr unregelmäßig** erfolgt.

Da **Lackpartikel** deutlich **schwerer als Luft** sind und der Lack überwiegend in Richtung Boden aufgespritzt wird, erfolgt die Erfassung in Trockenabsaugwänden der dargestellten Form sehr ungleichmäßig. Im oberen Teil wird der Filter wenig belastet, während er im unteren sehr viel schneller durch Lackpartikel verschmutzt. Dies beeinflusst auch die **Verteilung der Absaugleistung** über die Absaugfläche hinweg.

Trichter für aufrechte Spritzwände tragen zur Wirbelvermeidung bei und verbessern die Erfassung (s. Bild). Die Luftwirbel führen zu Staubablagerungen auf der Oberfläche.

Der Reinigungsaufwand bei der Trockenabsaugung ist stark abhängig von deren Nutzung. Eine **schlecht gewartete Anlage** weist einen sehr viel höheren Luftwiderstand auf, so dass die **Absaugleistung deutlich verringert** wird. Für die Vorfilterung der Lackpartikel haben sich Faltkartonfilter bewährt. Bis zu 98 % der Lackpartikel werden davon bereits erfasst, ohne dass der Luftdurchlass wesentlich verringert wird. Gegenüber herkömmlichen Filtermaterialien bleiben dadurch die Luftverhältnisse bis zur endgültigen Sättigung des Filters annähernd konstant. Die Bauweise der **Faltkartonfilter** zwingt den beladenen Luftstrom 4-mal seine Richtung zu wechseln. Die Partikel, die schwerer als Luft sind, haften dadurch an den Wänden an, während der Luftstrom ungehindert das Filtermaterial passieren kann. Die durch die Akkordeonbauweise gebildeten Filter füllen sich mit gereinigten Teilchenablagerungen, während die Luft weiter frei durch die Löcher zirkulieren kann.

Bild: Perforierter Faltkartonfilter

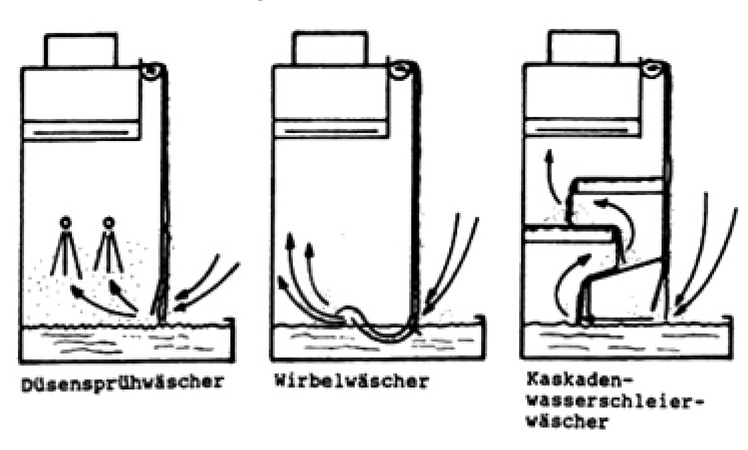




Nassabscheidung

Bei der Nassabscheidung werden die Lackpartikel durch einen Wasservorhang erfasst. Dieser wird über Ablaufbleche oder Kaskaden erzeugt.

Bild: Nassabscheidung



Gegenüber der Trockenabsaugung ist die Nassabsaugung **deutlich teurer**. Sie ist vor allen in Betrieben sinnvoll, die eine recht gleichmäßige Auslastung ihres Spritzraums haben. Die Erfassung der Lackpartikel erfolgt zu einem **höheren Abscheidegrad** als bei der Trockenabsaugung und ist weniger abhängig von der Verschmutzung durch Lackpartikel.

Allerdings müssen die Lackpartikel aus dem Waschwasser koaguliert werden. Durch die Zugabe eines Koagulierungsmittels flocken die Lackpartikel aus und können abgeschöpft oder automatisch durch eine Koagulierungsanlage herausgefiltert werden. Die Reinigung kann dadurch automatisch erfolgen. Das Gesamtsystem bleibt gleichmäßiger sauber.

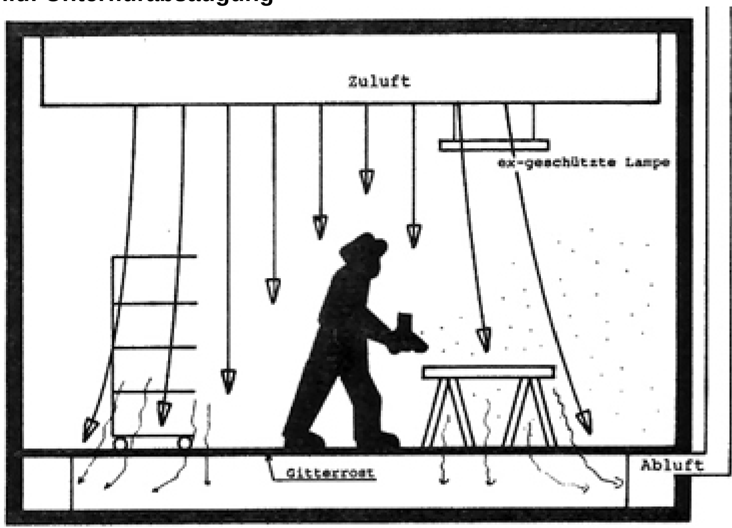
Bei der Verarbeitung von wasserlöslichen Lacken muss eine Nassabsaugung aus Edelstahl bestehen, um ein Verrosten zu vermeiden. Dem Waschwasser müssen zudem biozide Mittel zugegeben werden, um ein Anfaulen organischer Partikel im Wasser zu vermeiden.

Unterflurabsaugung

Die Unterflurabsaugung ist eine besondere Bauform der Trockenabsaugung. Die Absaugung erfolgt nicht über eine senkrechte Wand, sondern über Lüftungskanale im Boden oder im Bodenbereich.



Bild: Unterflurabsaugung



Durch die Unterflurabsaugung können die **Lackpartikel besser erfasst** werden. Wenn die Filtermatten komplett im Bodenbereich untergebracht sind, gewinnt man **erheblich Platz** im Spritzraum. Vor allem großvolumige Teile lassen mit einer solchen Konzeption sehr gut spritzen. Unterflurabsaugungen können dann vorteilhaft zum Einsatz kommen, wenn sie bereits in der Bauplanungsphase berücksichtigt werden. Sie benötigen eine **Ausschachtung von ca. 0,8 m**, um die Abluftkanäle aufnehmen zu können.

Die Lackpartikel verschmutzen allerdings recht schnell die Roste. Sie können dadurch verkleben und die Wirksamkeit der Absaugung deutlich verschlechtern.

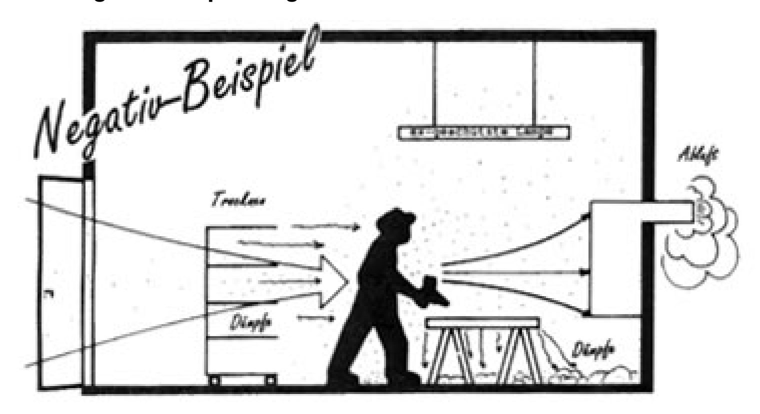
Zuluft

Die Oberflächenabsaugung ist ein **großer Luftverbraucher**. Diese Luftmenge muss durch eine entsprechende Frischluftzufuhr ersetzt werden. Wenn dies nicht durch technische Zuluftanlagen erfolgt, können folgende Probleme entstehen:

- In kühleren Jahreszeiten wird eine Frischluftzufuhr **über die Fenster** zu einer erheblichen **Auskühlung** des Raumes mit entsprechenden Problemen beim Spritzauftrag und der Aushärtung des jeweiligen Beschichtungsstoffes.
- Wenn die Zuluft aus dem Werkstattbereich kommt, können **Staubpartikel aus der maschinellen Verarbeitung** auf die frisch beschichteten Oberflächen gelangen und zu Störungen führen.

- Häufig ist es nicht zu vermeiden, dass in kleinen Räumen auch die **Trocknung im Spritzraum** erfolgt. Wie die Grafik veranschaulicht, entsteht dabei oft die Situation, dass die abdunstenden Lösemittel durch die Luftströmung in den Arbeitsbereich des Mitarbeiters gelangen und seine Gesundheit zusätzlich belasten.

Bild: Negativ-Beispiel ungerichtete Zuluft



Auf eine technische Zuluft kann nur dann verzichtet werden, wenn vergleichsweise selten lackiert wird und dies zumeist nach Feierabend erfolgt. Dann können die Staubprobleme weitestgehend vermieden werden.

Überall dort wo **größere Anlagen**, vor allem Unterflurabsaugungen, betrieben werden, ist eine **Zuluftanlage erforderlich**. Sie führt zu **gerichteten Luftströmungen** und kann damit die Effektivität der Absaugung wie auch der Trocknung erheblich beeinflussen. Für die Planung von Zuluftanlagen sollten folgende Aspekte berücksichtigt werden:

1. Die **Anordnung der Zu- und Ablufteinrichtungen** sollten möglichst symmetrisch und parallel erfolgen. Sie sollten etwa gleiche Abmessungen aufweisen (bei einer Unterflurabsaugung - Zuluft von oben, bei einer vertikalen Absaugwand - Zuluft von hinten).
2. Zu- und Abluftanlagen sollten genau eingestellt sein. Der **Überdruck im Spritzraum** darf höchsten 5 % betragen. Ansonsten strömen die Lackpartikel in den Werkstattbereich. Dies wird vor allen durch verschmutzte Filtermatten und Gitterroste verursacht.
3. Bei Zuluftanlagen ist auf die **Dichtheit der Spaltöffnungen** zwischen den Filterkassetten zu achten. Ebenso sollten Türspalte abgedichtet werden.
4. Wo keine eigene Zuluftanlage möglich ist, sollte man prüfen, ob man eine **passive Luftzufuhr aus der Werkstatt** einrichten kann. Diese muss eingangs- und ausgangsseitig mit Filtermaterial vor Staubeintrag geschützt werden. Die Zuluftfläche sollte optimal wenigstens 1 m² betragen.

Bild: Passive Zuluft aus der Werkstatt



Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH/Lemgo

Es wird unbedingt empfohlen, nach Fertigstellung der Anlage genaue **Luftmessungen,** z. B. mit einem Hitzedrahtanemometer, durchführen zu lassen. Dadurch können eventuelle Strömungsfallen erkannt werden. Ein Raucherzeuger hilft zudem einfach zu erkennen, wie sich die Luftströmung tatsächlich im Raum verteilt. **Eine schlecht geplante Zuluftanlage schafft mehr Probleme, als sie löst!**

Zur Vermeidung von Zugerscheinungen darf die **Luftgeschwindigkeit** über die Fläche **max. 0,5 m/s** betragen. Sie sollte dabei eine Temperatur von 22 °C aufweisen, damit sie nicht als unangenehm empfunden wird.

Ein Großteil der benötigten Wärmeenergie zum Anwärmen der Zuluft kann über **Wärmetauscher** aus der Abluft erfolgen. Dadurch können rund **60 %** der erforderlichen Wärmeenergie **rückgewonnen** werden!

Trockenbereich

Bei der Planung des Oberflächenbereiches wird häufig das Trocknen der Teile vernachlässigt. Die zu trocknenden Teile benötigen nicht nur **viel Platz**, sondern geben während der Trocknungsphase auch erhebliche Mengen an **Lösemittel** an die Umgebung ab.

Wo es räumlich möglich ist, sollte deshalb ein **eigener Trockenbereich** oder Trockenkanal vorgesehen werden. Für die Luftführung gilt Vergleichbares wie für den Spritzraum. Es ist deshalb vorteilhaft, den Trockenbereich mindestens mit **20 °C zu klimatisieren** und mit einer **eigenen Absaugung** zu versehen, um zu verhindern, dass die abtrocknenden Lösemittel in der Werkstatt herumvagabundieren.

Die folgende Darstellung veranschaulicht eine stimmige Gesamtplanung zwischen Spritzen, Trocknen und Schleifen.

Bild: Gesamtplanung Spritzen, Trocknen, Schleifen

Spritzraum



Sollen **brennbare Beschichtungsstoffe** verarbeitet werden, so sind bei der baulichen Ausführung und Einrichtung des Spritzraums zum Verarbeiten von Oberflächenmaterialien brand- und sicherheitstechnische Anforderungen sowie Vorschriften zum Umwelt- und Gesundheitsschutz zu berücksichtigen. Brennbare Stoffe sind entsprechend der **Gefahrstoffverordnung** mit einem Flammensymbol gekennzeichnet.

Für die Einrichtung von Spritzräumen muss die **Baugenehmigung** eine entsprechende Nutzung vorsehen. Sofern ein Raum später für die Verarbeitung von Oberflächenmaterialien eingerichtet werden soll, ist dies als Nutzungsänderung nachträglich zu beantragen.

Für den Betrieb eines Spritzraums sind folgende baulichen **Sicherheitsvorkehrungen** vorzusehen:

- Die Räume müssen von angrenzenden Räumen **feuerbeständig abgetrennt** sein. Die Wände müssen bis zur Decke geführt werden.
- **Durchbrüche** durch Brandabschnitte müssen im Brandfall die Ausbreitung des Feuers in den angrenzenden Raum verhindern durch Feuerschutzabschlüsse (T 30) nach DIN 4102-5 und DIN 4102-18 oder Brandschutzklappen nach DIN 4102-6.
- Die **Rohrleitungen** und Kanäle müssen aus nichtbrennbaren Baustoffen hergestellt werden.
- **Decken und Wände** müssen ebenfalls aus nichtbrennbaren Baustoffen sein.
- Auch **Fußböden** müssen aus nichtbrennbaren Baustoffen wie Beton sein und zudem mit einem rutschhemmenden und leicht zu reinigen Belag versehen werden. Sie dürfen keine Fugen oder sonstige Vertiefungen haben, in denen sich Reste von Beschichtungsstoffen ansammeln können.
- Grundsätzlich sind in Lackierräumen und feuergefährdeten Betriebsstätten **mindestens zwei, möglichst an entgegengesetzten Wänden liegende Ausgänge** erforderlich. Bei kleinen ebenerdigen Räumen kann ein Fenster als Notausgang vorgesehen werden. Das Fenster muss stets zugänglich sein und nach außen aufschlagen.
- **Türen** als Zugang zu Spritzräumen müssen selbstschließend sein und nach außen aufschlagen. Sie sind **feuerhemmend** auszuführen und müssen ständig geschlossen oder im geöffneten Zustand so gehalten werden, dass ein selbsttätiges Schließen im Brandfall gewährleistet ist.
- Der Raum muss **wirksam abgesaugt** werden, damit die **maximalen Arbeitsplatzkonzentrationen (MAK)** für Lösemittel und andere Gefahrstoffe sicher unterschritten werden.
- **Heizeinrichtungen** müssen so angebracht sein, dass sich auf ihnen Ablagerungen von Beschichtungsstoffen nicht bilden können. Darüber hinaus dürfen auf ihnen Gegenstände nicht abgestellt werden können.
- Spritzräume sind mit folgenden **Warnhinweisen** zu kennzeichnen:

Bild: Warnhinweise Spritzraum





Erleichterte Bedingungen gelten, wenn in Arbeitsräumen mit einer Grundfläche von mehr als 10 m²:

- weniger als 20 ml Beschichtungsstoffe je m³ Rauminhalt in der Stunde und
- weniger als 5 l je Arbeitsschicht und Raum verarbeitet werden.

Nach der Unfallverhütungsvorschrift BGV D25 "Verarbeitung von Beschichtungsstoffen" werden dann nur Anforderungen an den Explosionsschutz elektrischer Spritz- und elektrostatischer Sprüheinrichtungen gestellt. Eine feuerbeständige Abtrennung ist nicht erforderlich. Grundsätzlich müssen aber allgemeine Vorsichtsmaßnahmen gegen Brände und Explosionen eingehalten werden, d. h. es müssen ausreichend Feuerlöscher zur Verfügung stehen und das Einbringen von Zündquellen (Rauchen) ist in diesem Bereich verboten.

Explosionsschutzzonen

Für die Beurteilung des Explosionsschutzes im Rahmen der **Betriebssicherheitsverordnung** muss der Oberflächenbereich nach verschiedenen Zonen eingeteilt werden.

Zone 0	Bereiche, in denen gefährliche explosionsfähige Atmosphäre durch Gase, Dämpfe oder Nebel **ständig oder langzeitig** vorhanden ist.
Zone 1	Bereiche, in denen damit zu rechnen ist, dass gefährliche explosionsfähige Atmosphäre durch Gase, Dämpfe oder Nebel **gelegentlich** auftritt.
Zone 2	Bereiche, in denen damit zu rechnen ist, dass gefährliche explosionsfähige Atmosphäre durch Gase, Dämpfe oder Nebel nur selten und dann auch nur **kurzzeitig** auftritt.

1. Verarbeitung von leicht entzündlichen Beschichtungsstoffen (**Flammpunkt** kleiner 21 °C)

- Der gesamte Raum ist feuergefährdet.
- Der Bereich 2,5 m um den Arbeitsplatz ist als Zone 1 einzustufen. Es ist also gelegentlich eine explosionsfähige Atmosphäre vorhanden.

2. Verarbeitung von entzündlichen Beschichtungsstoffen (Flammpunkt zwischen 21 und 55 °C)

- Der gesamte Raum ist feuergefährdet.
- Der 1,0 m um den Arbeitsplatz ist als Zone 2 einzustufen. Es ist also selten und kurzzeitig mit einer explosionsfähigen Atmosphäre zu rechnen.

Die **Anforderung**

Wartung

Anlagen im Oberflächenbereich müssen regelmäßig gereinigt und gewartet werden. Die Lackpartikel aus dem Overspray setzten sich überall ab und verschmutzen die Flächen. Zur **Vorbeugung** und leichteren Reinigung werden empfohlen:

- Auftrag von Schmierseife oder **Abziehlack** auf Metallflächen (z.B. Prallwände). Dies erleichtert deren nachträgliche Reinigung. Abziehlack kann beim Lieferanten der Absauganlage angefragt werden.
- Anbringen von **Papierabdeckungen** über die Gitterroste bzw. Absaugflächen. Dies ist insbesondere bei der Verarbeitung von Ölen zu empfehlen, die im Spritzverfahren aufgetragen werden. Die verschmutzten Papierlagen müssen täglich entfernt werden.

Das Filtermaterial ist spätestens dann zu entfernen, wenn pro m² Filterfläche 4 - 5 kg Lackfestkörper abgeschieden worden sind. Herstellerseits ist es möglich, eine einfache **Unterdrucküberwachung** in die Absauganlage zu integrieren, die den zusätzlichen Widerstand durch die verschmutzen Filtermatten misst und dem Betreiber einen guten Anhaltspunkt für den Zeitpunkt der Abreinigung oder das Wechseln der Filtermatten gibt.

Die **Wartung im Spritzraum** sollte folgende Punkte umfassen:

1. **Aufsaugen der Lackpartikel** mit einem zündquellenfreien Staubsauger
2. **Reinigen der Gitterroste oder Filtermatten** bei erheblichem Absinken der Absaugleistung
3. **Verschließen** aller eventuell vorhandenen **offenen Gebinde** mit Restlacken oder -lösemitteln
4. Kontrolle des **Vorrats an kleinen Kunststoffbehältern** zur Aufbewahrung von angemischten Beizen oder Farblacken
5. Überprüfen der **Dichtheit der Spaltöffnungen** zwischen den Filterkassetten der Zuluftdecke
6. Kontrolle der **Dichtheit der Türen**
7. Reinigen der **Lampen**
8. Entfernen der **nicht mehr benötigten Lackgebinde** in das Lacklager
9. Kontrolle und Aufräumen der **Pistolenutensilien und Spritzdüsen**
10. Ausreichende Bevorratung von **Putzlappen** und anderen Reinigungsutensilien
11. Aufräumen des **Lacklagers**
12. Bereitstellen von **Lackresten**, die entsorgt werden können
13. Sicherstellen, dass benutzte **Putzlappen in verschließbare Behälter** gesammelt und täglich aus dem Verarbeitungsräumen entfernt werden

Bild: Abfallbehälter für Putzlappen mit Fußhebel



Quelle: Holz-BG, BGI 740 "Lackierräume und Einrichtungen" S. 27

Gefahrstofflager

Im Zimmereibetrieb kann ein Gefahrstofflager in folgenden Bereichen erforderlich werden:

- lösemittelhaltige Imprägnierungen, Lasuren und Lacke
- wässrige Holzschutzmittel
- Öle für den Maschinen- und Fahrzeugbereich

Die **Entsorgung dieser Stoffe** muss häufig als **besonders überwachungsbedürftiger Abfall** erfolgen. Nähere Hinweise dazu finden sich unter Zimmerer > Abfallentsorgung > Sonderabfälle.

Lösemittelhaltige Imprägnierungen, Lasuren und Lacke



In Zusammenhang mit der Oberflächenbehandlung werden häufig Stoffe verarbeitet, die **brennbar** oder **wassergefährdend** sind.

Alle brennbaren Stoffe mit einem **Flammpunkt** bis zu 55 °C müssen als leicht entflammbar bzw. entflammbar mit dem nebenstehenden Symbol gekennzeichnet werden. Diese Stoffe müssen **feuerbeständig** abgetrennt gelagert werden. Türen zum Lager müssen mindestens **feuerhemmend** (F 30) ausgeführt sein.

Eine Lagerung ist nicht zulässig

- in Arbeitsräumen
- in Durchgängen und Durchfahrten
- in Treppenräumen
- in Dachräumen

In den Lackierräumen darf allerdings nur die Menge bereitgestellt werden, die höchstens dem **Bedarf einer Arbeitsschicht** entspricht.





Falls in dem Bereich nur gelagert wird, erfolgt die Einstufung als explosionsgefährdeter Bereich der Zone 2. Sofern dort auch gemischt, ab- und umgefüllt wird, müssen die Anforderungen der Zone 1 erfüllt werden. Lacklager müssen umwelttechnisch folgende Auflagen erfüllen:

1. Die **Fußböden** müssen undurchlässig sein und aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen.
2. An den **Zugängen** soll das Verbotszeichen "Feuer, offenes Licht und Rauchen verboten" sowie das Warnzeichen "Warnung vor explosionsfähiger Atmosphäre" angebracht sein.
3. Zugänge vom Freien aus sollten unbedingt mit dem **Verbotszeichen** "Zutritt für Unbefugte verboten" gekennzeichnet werden.
4. **Heizkörpereinrichtungen** sollten so gestaltet werden, dass keine Ablagerung darauf möglich ist.
5. **Beleuchtungskörper** müssen in explosionsgefährdeter Ausführung entsprechend der Zonenstufung des Lagers eingesetzt werden
6. Bei ausschließlicher Lagerung (Zone 2) ist eine **natürlich Belüftung** ausreichend. Für einen Lagerraum der Zone 1, wo Materialien angemischt und umgefüllt werden, müssen technische Lüftungsmöglichkeiten eingerichtet sein, um einen mindestens 5-fachen Luftwechsel zu gewährleisten.
7. Durch den Einbau einer **Türschwelle** (mindestens 5 cm) wird das Eindringen von auslaufenden Flüssigkeiten in andere Räume verhindert. Alternativ können auch dichte Auffangwannen verwendet werden. Diese sollten mindestens 10 % des gesamten Lagervolumens aufnehmen können.

Restelagerung

Oberflächenmaterialien sind teuer. Deshalb ist es oft schwer zu entscheiden, ob Reste noch aufgehoben oder einer Entsorgung zugeführt werden sollen. Auch hier gilt: eine Restelagerung ist nur so gut, wie sie **übersichtlich und den Mitarbeitern zugänglich** ist. Ansonsten werden immer wieder frische Lackgebinde geöffnet und Lackreste nicht aufgebraucht.

Insbesondere **Härter** für 2-Komponenten Lacke sind nicht lange lagerfähig. Einige Hersteller weisen auf den Gebinden ein **Haltbarkeitsdatum** aus. Fehlt dies, so sollte beim Einlagern das Datum auf dem Gebinde vermerkt werden.

Es empfiehlt sich, **regelmäßig alte Reste auszusortieren**, um die Übersichtlichkeit in den zumeist kleinen Lacklagern nicht unnötig einzuschränken und ein Überlagern von Lacken zu vermeiden.

Holzschutzmittellagerung

Für die Lagerung von Holzschutzmitteln gelten je nach Konsistenz folgende **Lagerbedingungen**:

- **granulierte Präparate**
  Lagerung nur in Orginalgebinden auf wasserundurchlässigem Boden (Beton mit dauerleastisch versiegelten Dehnungsfugen).
- **pastöse und flüssige Präparate**
  Lagerung in Originalgebinden über eine schutzmitteldichten Auffangwanne, die zumindest den

Inhalt des größten gelagerten Einzelgebindes aufnehmen kann (Stahlwanne, Betonwanne mit geeigneter Beschichtung oder Auskleidung)

Öle für Maschinen und Fahrzeuge

Die Lagerung von Ölen erfolgt im Zimmereibetrieb häufig für

- Stapler
- Hydraulikaggregate
- Kettenschmierung
- Maschinenöle

Diese Öle sind **wassergefährdende Stoffe.** Sie können bei einem Auslaufen das Grundwasser belasten. In der Regel geht es dabei um Lagermengen von weniger als 1000 Liter der **Wassergefährdungsklasse 2**. Von daher können die erforderlichen Lageranlagen noch verhältnismäßig **einfacher oder herkömmlicher Art** sein. Darunter versteht man **einwandige Lagerbehälter mit einem einsehbaren und kontrollierbaren Auffangraum (Wanne)**. Der Auffangraum muss so bemessen sein, dass er das gesamte Volumen des Lagerbehälters aufnehmen kann. Dient der Auffangraum mehreren Behältern, so muss er mindestens 10% der Gesamtkapazität aller Lagerbehältnisse bzw. das Volumen des größten Lagerbehälters aufnehmen können.

Eine solche **Lageranlage muss folgendes gewährleisten**:

- Befestigung und Abdichtung von Bodenflächen,
- Rückhaltevermögen für austretende wassergefährdende Flüssigkeiten, und
- infrastrukturelle, organisatorische oder technische Maßnahmen.

Bild: Einfache Lageranlage für Ölbehälter



Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH/Lemgo

Sofern technisch möglich, sollten **biologische Öle verwendet** werden (z.B. Sägekettenöle). Diese weisen eine geringere Wassergefährdung auf.

Weitere Hinweise zum Lagern von wassergefährdenden Stoffen können im Bereich Rechtsgrundlagen > Gewässerschutz > wassergefährdende Stoffe nachgelesen werden.

Betriebe, die eine **eigene Betriebstankstelle** betreiben, müssen die damit einhergehenden **besonderen Brandschutzrisiken und Gefährdungen des Grundwassers** durch geeignete

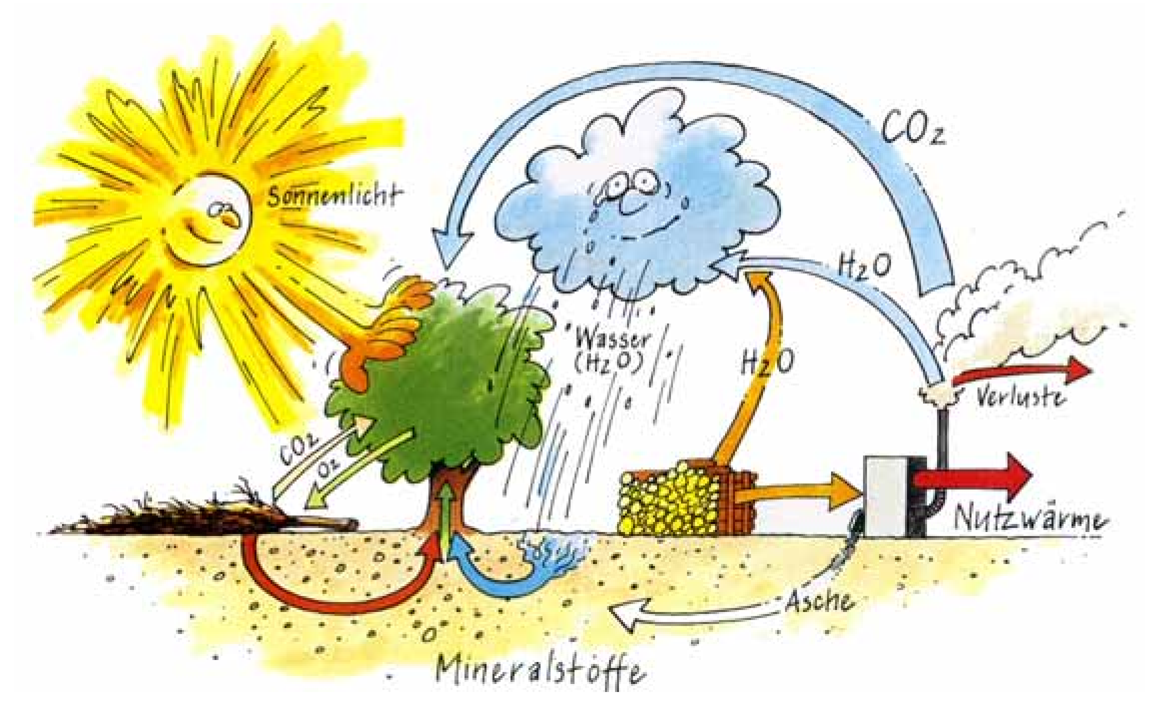
technische Einrichtungen minimieren. Die damit einhergehenden Anforderungen und Lösungen können im Bereich Kraftfahrzeuggewerbe > Tankstellen nachgelesen werden.

Holzfeuerung

Holz ist der nachhaltigste Werkstoff - besonders im Hinblick auf seine energetische Nutzung. Von einer **nachhaltigen Nutzung** kann so lange gesprochen werden, wie nicht mehr verbraucht wird, als im gleichen Zeitraum neu entsteht.

Der wesentliche Vorteil der Holzverbrennung gegenüber allen anderen fossilen Brennstoffen liegt in seiner **Klimaneutralität**. Zwar wird ebenso wie bei der Verbrennung von Öl, Gas oder Kohle Kohlendioxid in die Atmosphäre abgegeben. Durch das Baumwachstum wird dieses aber im Rahmen eines klimaneutralen Kreislaufs wieder gebunden.

Bild: Kohlendioxid-Kreislauf



Emissionen von Holzfeuerungen

Neben Kohlendioxid entstehen bei der Verbrennung von Holz und anderen Energieträgern weitere Umwelt wie Gesundheit belastende Schadstoffe. Der folgende Vergleich zeigt die **Schadstoffemissionen der unterschiedlichen Brennstoffe** bezogen auf die Erzeugung der gleichen Energiemenge:

Tabelle: Vergleich der Emissionen verschiedener Brennstoffe

Emissionsfaktoren verschiedener Feuerungen

Schadstoff / Feuerung	Schwefeldioxid SO_2 mg/MJ	Stickoxide NO_x mg/MJ	Kohlenwasserstoffe HC mg/MJ	Partikel Staub mg/MJ	Kohlenmonoxid CO mg/MJ	Kohlendioxid CO_2 mg/MJ
Öl, EL	86	30-70	1-13	0.5	17-60	75'000
Öl M+S	430	125	10	21	7	
Gas	1	20-54	1-13	0.2	50	60'000
Kohle	570	65-200	18-130	35-270	100-5000	100'000
Moderne Holzf.						
- handbesch.	5	78-130	26	26	780	0 *)
- autom.	5	78-130	5	26-78	260	0 *)

Quelle: Bundesamt für Konjunkturfragen, Betrieb von automatischen Holzfeuerungen, 1990, S. 54

Der Vergleich lässt folgende Rückschlüsse zu:

1. Holz ist ähnlich wie Gas praktisch ohne Schwefel, sodass **Schwefeldioxide** im Gegensatz zur Verbrennung von Öl und Kohle keine Rolle spielen.
2. Bei den **Stickoxiden** verhält sich die Holzfeuerung ähnlich wie bei der Kohleverbrennung und ist tendenziell etwas schlechter als bei Öl und Gas. Die Emission von Stickoxiden ist abhängig vom Brennstoff und von den Verbrennungsbedingungen im Kessel.
3. In Bezug auf **Kohlenwasserstoff** und Teer verhält sich die Holzfeuerung ähnlich wie die mit Öl und Gas: Es entstehen deutlich höhere Emissionen. Allerdings ist die Bildung von Kohlenwasserstoffen stark von der Regelungstechnik abhängig, mit der die Verbrennung gesteuert wird.
4. Die Holzfeuerung tendiert zu höheren **Staubemissionen** als Öl oder Gas und verhält sich ähnlich wie Kohlefeuerungen.
5. Da die Verbrennungsbedingungen für Holz deutlich schwieriger zu steuern sind als bei anderen Brennstoffen, entstehen tendenziell höhere Emissionen an **Kohlenmonoxid**.

Insgesamt kann gesagt werden, dass Holzfeuerungen mit einer modernen Regelungstechnik den Vergleich mit Öl- oder Gasfeuerungen nicht zu scheuen brauchen und insbesondere hinsichtlich Schwefeloxid und Kohlendioxid Pluspunkte aufweisen.

Verbrennungsablauf

Die Verbrennung von Holz ist ungleich komplexer als die anderer fossiler Brennstoffe, da der **Heizwert** des Holzes **deutlich stärker schwankt**. Ursache dafür sind Unterschiede in

- Holzfeuchte
- Stückgrößen (Stückholz, Späne, Staub...)
- Dichte (Laubholz, Nadelholz, Äste, Briketts...)
- Zusatzstoffe (Leime, Lackstoffe, Kunststoffbestandteile...)

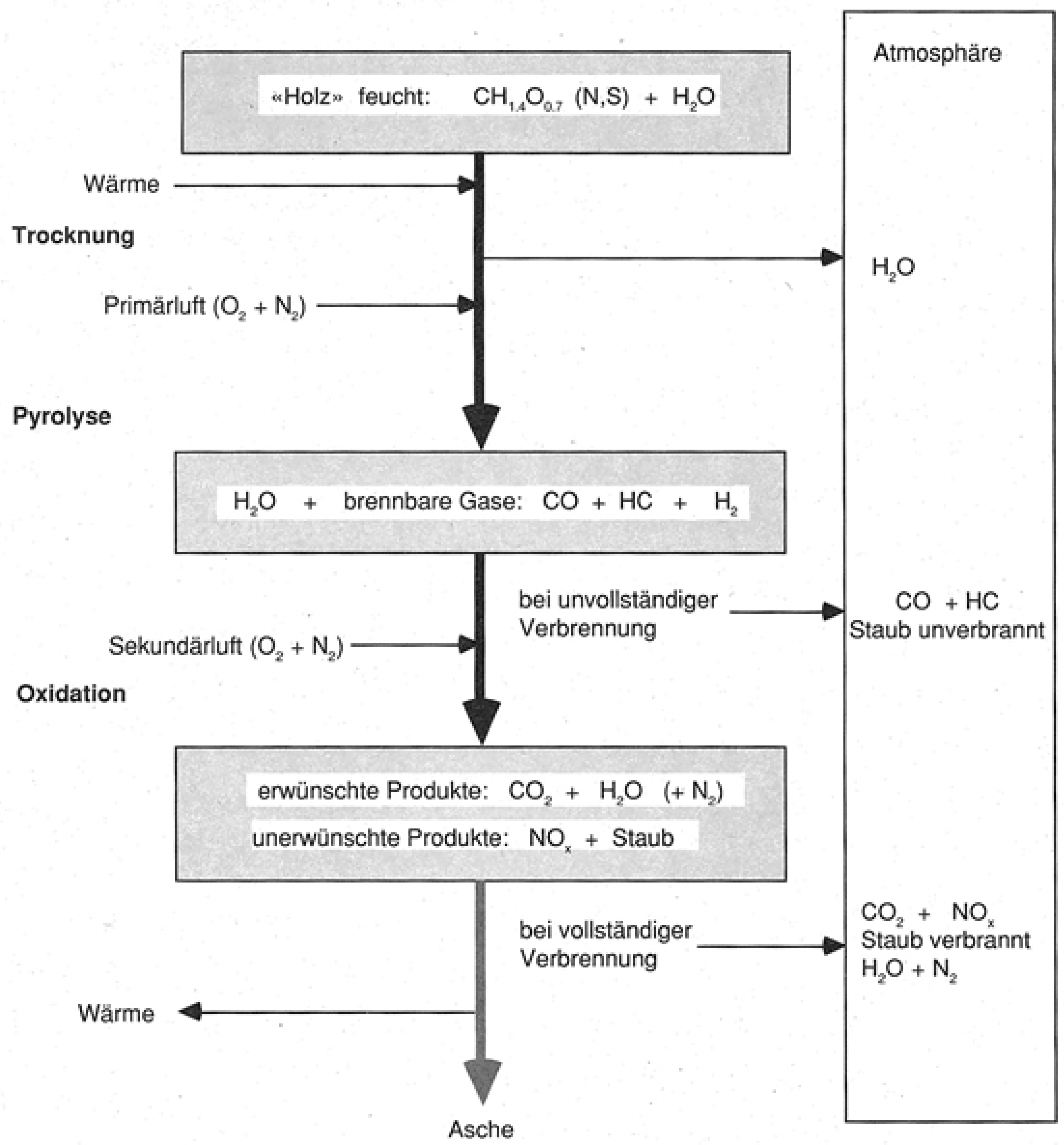
Holz ist somit ein recht ungleichmäßiger (inhomogener) Brennstoff. Je gleichmäßiger seine Brennstoffqualitäten gehalten werden können (z.B. durch Brikettierung), desto optimaler kann die Verbrennung erfolgen.

Die Verbrennung des Holzes erfolgt in drei **Stufen**:

1. **Trocknung**
   Verdampfung des Wassers im Holz im Temperaturbereich bis 150 °C
2. **Vergasung** (Pyrolyse)
   Thermische Zersetzung des Holzes in gasförmige Verbindungen. Als Rückstand der Entgasung entsteht Holzkohle, Temperaturbereich 150 - 600 °C
3. **Verbrennung** (Oxidation)
   Reaktion der bei der Pyrolyse entstandenen brennbaren Gase und der Holzkohle mit Sauerstoff aus der Verbrennungsluft und dem Holz. Die Oxidation im Temperaturbereich von 400 - 1 000 °C ist der eigentliche Verbrennungsschritt, bei dem Wärme frei wird.

Die folgende Abbildung verdeutlicht den Verbrennungsablauf und die dabei entstehenden Zwischenprodukte:

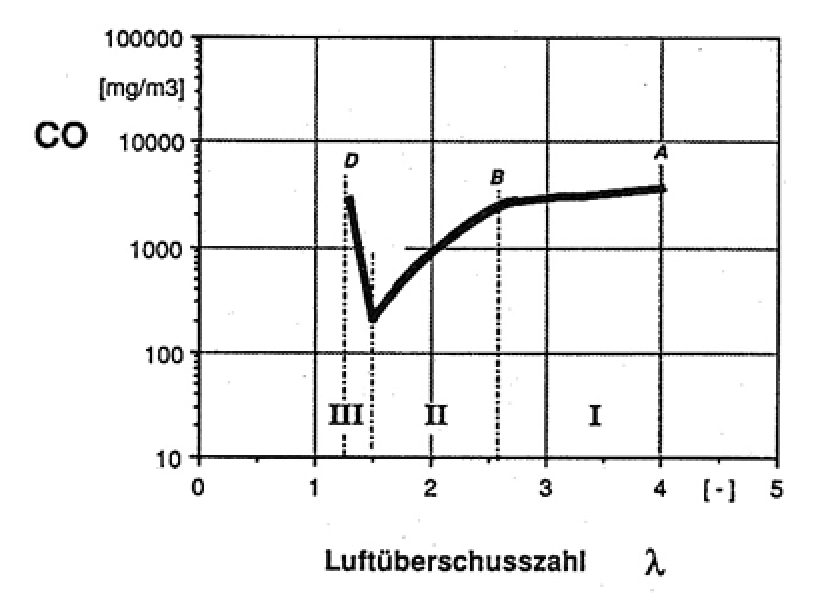
Bild: Ablaufbeschreibung der Verbrennung von Holz



Quelle: Bundesamt für Konjunkturfragen, Betrieb von automatischen Holzfeuerungen, 1990, S. 29
CO, **CO2**, **NOx**, **HC**

Für eine optimale Verbrennung ist es wesentlich, dem Holz bei der richtigen Temperatur die optimale Luftmenge zuzuführen. Die **Luftmenge** wird mit dem Wert **Lambda (λ)** beschrieben. Er kennzeichnet das Verhältnis der eingebrachten Verbrennungsluft zu der für eine vollständige Verbrennung chemisch notwendigen Mindestmenge. Die folgende Grafik verdeutlicht den Zusammenhang zwischen dem Lambda-Wert und den dabei entstehenden Kohlendioxid-Emissionen:

Grafik: Zusammenhang zwischen der Verbrennungsluft und den Kohlenmonoxid-Emissionen



Quelle: Bundesamt für Konjunkturfragen, Betrieb von automatischen Holzfeuerungen, 1990, S. 32

Bei einem **Luftüberschuss von ca. 1,5** wird eine annähernd vollständige Verbrennung erreicht. Liegt der Wert darunter verschwelt das Holz und Rußpartikel werden deutlicher im Rauch sichtbar. Bei zuviel Luft kühlt die Verbrennungstemperatur zu stark ab.

Der **Messwert von Kohlenmonoxid** ist ein wichtiger **Indikator für die Vollständigkeit der Verbrennung** und für die Emissionen sonstiger Schadstoffe.

Anforderungen an Holzfeuerungen

Technologisch und konstruktiv können deshalb folgende Anforderungen an eine qualitativ hochwertige Holzfeuerung abgeleitet werden:

- Holz braucht einen **großen Brennraum**, da es mit großer Flamme verbrennt.
- Die **Verbrennungsluft** muss getrennt zugeführt werden: zum einen im Bereich der Glut als Primärluft, zum anderen oberhalb im Bereich der Verbrennungsgase als Sekundärluft. Regelungstechnisch muss ein optimaler Luftüberschuss von ca. 1,5 sichergestellt werden.
- Der Brennraum muss **gut isoliert** sein und darf durch wasserführende Flächen nicht zu stark abgekühlt werden.
- Die **Verweildauer der Brenngase** im Brennraum sollte rund 2 Sekunden betragen. Dazu bedarf es besonderer Einrichtungen, welche die Verbrennungsgase gut mit der zugeführten Verbrennungsluft mischen und möglichst lange im Brennraum verwirbeln.
- Auch mit guter Regelungstechnik ist die Holzfeuerung immer eine trägere Feuerung als Öl- oder Gasbrenner. Sie ist dann besonders emissionsarm, wenn sie **über lange Phasen gleichmäßig** betrieben werden kann.
- Je **gleichförmiger der Brennstoff** der Feuerung zugeführt werden kann, desto besser können die Verbrennungsbedingungen geregelt werden. Der Wechsel von Staub, Spänen und Stückholz führt zu starken Schwankungen der Brennstoffeigenschaften.

- Je **trockener das Holz**, desto größer ist die nutzbare Wärmemenge. Hölzer mit Holzfeuchten über 15 % sollten nicht in normalen Holzfeuerungen verbrannt werden. Sie benötigen eine zu lange Zeit für die Trocknungsphase und stören den Verbrennungsablauf erheblich.
- Große **Wärmetauscherflächen** verbessern die Wärmeausbeute.
- Weitere **Störstoffe** wie Metalle, Kunststoffe oder Papier verschlechtern die Verbrennung erheblich und erhöhen die Schadstoffemissionen deutlich.

Für die Planung einer Holzfeuerungsanlage sollte man den Rat des Fachverbandes hinzuziehen.

Planung

Die Entscheidung über die Einführung einer Holzfeuerung sollte in fünf Schritten erfolgen:

- Ermittlung des Wärmebedarfs
- Bewertung der verfügbaren Holzreste zur Verwertung
- Bestimmung der erforderlichen Kesselgröße
- Einholen von Angeboten
- Bewerten und Vergleichen

Ermittlung des Wärmebedarfs

Der Wärmebedarf einer Zimmerei wird von betriebsspezifischen Faktoren bestimmt:

- klimatische **Außentemperaturen**
- nutzungsabhängige **Raumtemperaturen**
- Wärmeverluste durch **Außenwände**, Fenster, Türen und Tore
- **Lüftungswärmeverluste** durch
  - Späneabsaugung
  - Lacknebelabsaugung
  - natürlichen Luftaustausch

Eine überschlägige Berechnung mit allgemeinen Kennzahlen ist in der Praxis zu ungenau. Wer bisher mit Öl oder Gas geheizt hat, kann aus deren Jahresverbrauch Rückschlüsse auf seinen Wärmebedarf ziehen. Sofern vergleichbare Randbedingungen vorliegen, kann der Verbrauch durch geeignete Referenzanlagen abgeschätzt werden. Für eine exakte Planung empfiehlt es sich aber, die Ermittlung des Jahreswärmebedarfs von einem erfahrenen Ingenieurbüro ausführen zu lassen.

Bewerten der vorhandenen Holzreste zur Verwertung

Im energetischen Vergleich entspricht 1 kg Holz rund 4 kWh Energie oder 4 Litern Heizöl. Der **Heizwert** von Spänen, Stückholz oder Hackschnitzeln lässt sich wie folgt abschätzen:

Tabelle: Energiegehalt in Holzfraktionen

Holzfraktion	Raumgewicht	Energiegehalt	entspricht Liter Heizöl
1 m³ Späne	100 - 130 kg	400 - 500 kWh	40 - 50 Liter
1 m³ Hackschnitzel	150 - 200 kg	600 - 800 kWh	60 - 80 Liter
1 m³ Stückholz (Weichholz)	250 - 350 kg	1 000 - 1 400 kWh	100 - 140 Liter
1 m³ Stückholz (Hartholz)	300 - 450 kg	1 200 - 1 800 kWh	120 - 180 Liter
1 m³ Briketts	500 - 600 kg	2 000 - 2 400 kWh	200 - 240 Liter

Die konkret verfügbare Menge an unterschiedlichen Restholzfraktionen schwankt naturgemäß erheblich mit der Auslastung und der Art der abgearbeiteten Aufträge. Es empfiehlt sich von daher, die anfallenden **Restholzmengen aus der Vergangenheit abzuschätzen** und anhand der **eingekauften Materialmengen und deren Verschnittsätzen** eine Gegenrechnung aufzumachen. So kann die verfügbare Energiemenge in Form anfallender Holzreste realistisch eingeordnet werden.

Soll der Wärmebedarf eines Betriebs effizient mit einer Holzfeuerungsanlage gedeckt werden, so sollte dies **mindestens zu 80 %** mit den im Betrieb selbst anfallenden Holzresten möglich sein. Der weitere Bedarf kann dann entweder durch überschüssige Späne von Fremdbetrieben oder durch die parallele Nutzung einer vorhandenen Ölfeuerung abgedeckt werden.

Bestimmung der Kesselgröße

Unabhängig vom verwendeten Brennstoff gilt es für die Ermittlung der erforderlichen Kesselgröße folgende Aspekte zu berücksichtigen:

1. Der Kessel wird in seiner Leistung darauf ausgelegt, dass er auch bei niedrigsten **Außentemperaturen** eine ausreichende Raumtemperatur sicherstellen kann. Die maßgeblichen Außentemperaturen werden über lange Zeiträume aus den meteorologischen Daten gemittelt. Die neue Norm DIN EN 12 831 macht hierzu Vorgaben, mit welcher Außentemperatur jeweils zu rechnen ist. Diese schwankt je nach betrieblichem Standort zwischen -10 und -18 °C.
2. Für die Ermittlung der Wärmeverluste über die Außenwände sind vor allem die **Dachflächen** relevant. Ihre Dämmung hat einen erheblichen Einfluss auf den gesamten Leistungsbedarf.
3. Die Werkstattnutzung beeinflusst die erforderliche **Raumtemperatur**.
4. Die Lüftungswärmeverluste hängen von folgenden Faktoren ab:
   - Wie häufig wird die **Lacknebelabsaugung** genutzt?
   - Wird die Luft der **Späneabsaugung** nach der Filtereinheit wieder in dem Betrieb zurückgeführt?
   - In welchem Umfang müssen Türen und Tore über längere Zeiten offen gehalten werden?

Es empfiehlt sich, die genaue Ermittlung von Leistungsbedarf und Kesselgröße durch ein erfahrenes Ingenieurbüro vornehmen zu lassen. Moderne Regelungen ermöglichen zwar die Steuerung der Holzkessel in einem weiten Leistungsumfang. Dennoch gilt grundsätzlich, dass **Holzfeuerungen möglichst knapp ausgelegt** werden sollten, um ihre Auslastung so hoch wie möglich zu halten. Selbst bei knapper Auslegung liegt der Wert hier im Durchschnitt nur bei 50%.

Einholen von Angeboten

Um vergleichbare Angebote einholen zu können, sind den Herstellern folgende Rahmenbedingungen zu nennen:

1. erforderliche **Nennwärmeleistung** des Kessels
2. Angaben zum **Heizraum** und dessen Zugänglichkeit
3. **Schornsteinnutzung**
4. **Brennstoffzuführung**
5. **Art des Brennstoffs**
6. Art der **Wärmeverteilung**
7. evtl. Berücksichtigung einer parallel genutzten Ölfeuerung

Darauf aufbauend kann der Hersteller eine Anlagenkonzeption entwickeln und ein entsprechendes Angebot erstellen. Für einen ausgewogenen wirtschaftlichen Vergleich sollte man sich parallel auch Angebote für die Wärmeerzeugung durch einen Öl- oder Gaskessel einholen.

Bewerten und Vergleichen

An dieser Stelle können nur allgemeine Hinweise gegeben werden, welche Dinge neben den unmittelbaren Investitionskosten im Hinblick auf eine optimale Entscheidung über die Wärmeerzeugung mit berücksichtigt werden sollten:

- Welcher Zeitaufwand ist für das **Handling der Holzreste** anzusetzen? Dieser ist abhängig davon, ob und wie die Holzreste zerkleinert und wie sie gelagert werden müssen.
- Wie hoch ist der **Entsorgungsaufwand** für die Holzreste zu bewerten, wenn diese nicht intern genutzt werden können? Dabei sind neben den reinen Abfuhrkosten auch die Behältermieten zu berücksichtigen.
- Wie hoch ist der Aufwand für **Reinigung und Wartung** anzusetzen?
- Wie viel **Öl oder Gas** kann durch die Holzfeuerung eingespart werden? Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Preise für fossile Energieträger aller Wahrscheinlichkeit nach nicht sinken werden.
- Wie hoch sind die **Finanzierungskosten** für die Vorfinanzierung des Ölvorrats?
- Können für die Anschaffung einer Holzfeuerungsanlage zusätzliche **Fördermittel** genutzt werden?

Insgesamt kann gesagt werden, dass der Betrieb einer Holzfeuerung relativ unabhängig von externen Entsorgern ist und zudem die nur schwer kalkulierbare Preisentwicklung für Öl und Gas umgeht.

In jedem Fall ist es zu empfehlen, sich bei einer solchen Entscheidung durch **kompetente Ansprechpartner** aus den Handwerkskammern oder des Verbandes unterstützen zu lassen.

Heizraum

Während kleinere Anlagen offen im Werkstattbereich untergebracht werden können, ist es für Feuerungsanlagen ab einer **Nennwärmeleistung** von mehr als 50 kW erforderlich, einen eigenen Heizraum vorzusehen. Dies ist vor allem bei Warmluftöfen von Vorteil. Anforderungen an einen Heizraum sind:

1. Die **Wände und Decken** müssen **feuerbeständig** von den anderen Betriebsräumen abgetrennt sein.
2. Die **Tür** zum Heizraum muss **feuerhemmend** auslegt sein und in Fluchtrichtung nach außen aufschlagen.
3. Die **Höhe des Heizraums** muss wenigstens 2 m betragen.
4. Für automatisch beschickte Anlagen ist es erforderlich, außerhalb des Heizraums einen Notschalter vorzusehen, der mit **NOTSCHALTER-FEUERUNG** gekennzeichnet ist und die Anlage jederzeit abschalten kann.
5. Maximal dürfen in einem Heizraum **3 m³ an Brennstoffen gelagert** werden.
6. Mindestens **1 großer Feuerlöscher** sollte außerhalb des Heizraums im Türbereich verfügbar sein.
7. Um eine ausreichende Zufuhr der Verbrennungsluft sicherzustellen, sind **Lüftungsquerschnitte** nach draußen vorzusehen in Abhängigkeit von der Kesselgröße.

Tabelle: Lüftungsquerschnitte im Heizraum in Abhängigkeit von der Nennwärmeleistung

Nennwärmeleistung	50 kW	75 kW	100 kW	125 kW	150 kW	175 kW	200 kW	250 kW	300 kW
Lüftungsquerschnitt	150 cm²	200 cm²	250 cm²	300 cm²	350 cm²	400 cm²	450 cm²	550 cm²	650 cm²

Quelle: Vergleiche § 3 Abs. 4 Musterfeuerungsverordnung

Schornstein

Der Schornstein hat die Aufgabe, die Verbrennungsgase bei allen bestimmungsgemäßen Betriebszuständen sicher nach draußen abzuleiten. Mehrere Feuerungsanlagen (z.B. Holz- und Ölfeuerung) dürfen an einen gemeinsamen Schornstein angeschlossen werden, wenn durch dessen Bemessung eine einwandfreie Ableitung der Abgase sichergestellt ist.

Der Hersteller der Feuerungsanlage gibt vor, welcher **Zug im Schornstein** sichergestellt sein muss, um die Verbrennungsgase ausreichend zu erfassen. Bei Betriebstemperatur der Feuerung sollte wenigstens ein Naturzug von 0,3 mbar gewährleistet sein. Daraus ergeben sich Querschnitt und Mindesthöhe des jeweiligen Schornsteins. Viele moderne Holzfeuerungen setzten einen **Saugzugventilator** ein, um unabhängig vom Naturzug einen gleich bleibende Absaugung der Gase zu ermöglichen.

Der Schornstein sollte **gut wärmegedämmt** sein, um Kondenswasserbildung und Rußansatz zu vermeiden. Die Bildung von Kondensat wird stark von der Feuchtigkeit des verbrannten Holzes beeinflusst.

Der **Höhe des Schornsteins** ergibt sich aus den Anforderungen des Zugs und den konkreten Nachbarschaftsbedingungen. Entsprechend den Vorgaben der VDI-Richtlinie 3815 sollte der Schornstein wenigstens 1 m über den First hinausragen und so eine mögliche Belästigung im direkten Umfeld vermeiden.

Die **konkreten Anschlussbedingungen** an den Schornstein und dessen Dimensionierung sind unbedingt bereits im Vorfeld mit dem **Schornsteinfegermeister** abzustimmen. Bei der Ausführung des Heizraums sind außerdem Vorgaben der Landesbauordnung und der Feuerungsverordnung zu beachten. Der zuständige Schornsteinfegermeister informiert den Betreiber über die geltenden Anforderungen und gibt Hinweise, wie diese im konkreten Einzelfall umgesetzt werden können.

Beschickungsarten

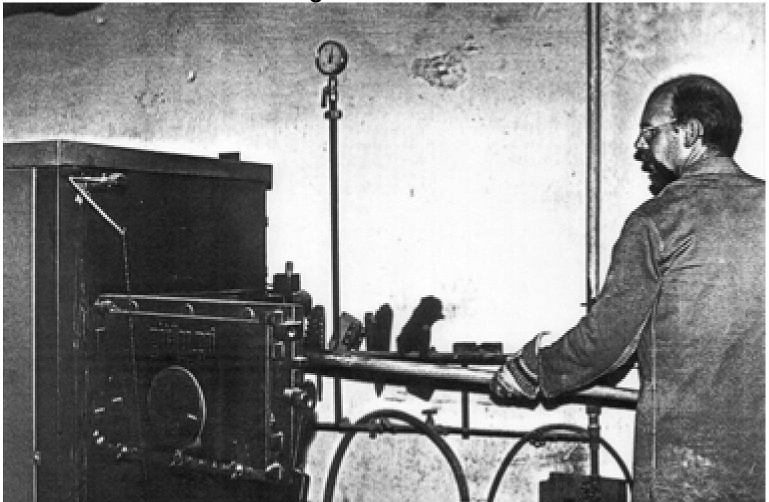
Die Qualität der Späneaustragung hat einen wichtigen Einfluss auf die Verbrennung. Es sind folgende **Anforderungen** zu erfüllen:

1. störungsfreier, vollautomatischer Betrieb auch über mehrere Tage
2. möglichst gleichmäßige Austragsmengen
3. staubfreies Arbeiten
4. Zugänglichkeit aller Verschleißteile ohne Ausräumen des Lagergutes

Die Beschickung von Holzfeuerungsanlagen kann manuell oder automatisch erfolgen. Die manuelle Beschickung ist zweifellos die Variante mit den geringsten Investitionskosten. Der zeitliche Aufwand ist allerdings beachtlich und kann im Winter durchaus eine Stunde pro Tag ausmachen.

Zudem ist sie auch nicht ganz ungefährlich. Beim Beschicken von zu feinem Material kommt es leicht zu Verpuffungen und angesengten Augenbrauen. Die Staubbelastung der Mitarbeiter ist ebenfalls erheblich.

Bild: manuelle Beschickung



Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH/Lemgo

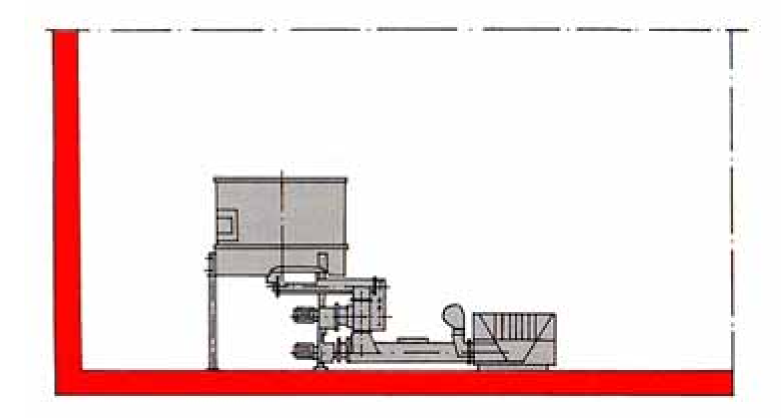
Bei der automatischen Beschickung lassen sich folgende **Typen** unterscheiden:

- Vorratsbehälter
- Pneumatischer Transport
- Gelenkarmaustragung
- Späneträse
- Pendelfräse
- Schubbodenaustragung

Vorratsbehälter

Der Vorratsspeicher ist ein Vorlagebehälter für die Austragung der zerkleinerten Brennstoffe in die Feuerungsanlage. Das Füllvolumen beträgt typischerweise 1 - 2,5 m³.

Bild: Vorratsbehälter



Vorteile:

- Kann baulich einfach ergänzt werden, wenn ausreichend Platz im Heizraum vorhanden ist
- Kann teilweise die Investition in ein Silo ersparen
- Auch mit Briketts befüllbar

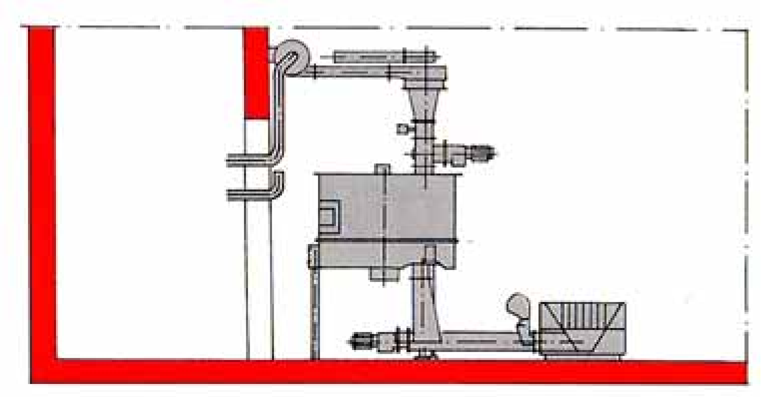
Nachteile:

- Reduziert die manuelle Beschickung nur ohne sie ganz zu ersetzen

Pneumatischer Transport

Der pneumatische Transport ermöglicht die Zufuhr von Spänen und Hackschnitzeln auch über größere Entfernungen, die nicht von einer Schnecke überwunden werden können. Die Abscheidung der Späne erfolgt über einen kleinen Zyklon in einen Vorratsbehälter, von dem aus die Beschickung der Feuerungsanlage mit einer kleinen Austragsschnecke erfolgt.

Bild: Pneumatischer Transport



Vorteile:

- Überbrückt ungünstige Distanzen zwischen Silo und Holzfeuerung
- Einfach zu installieren

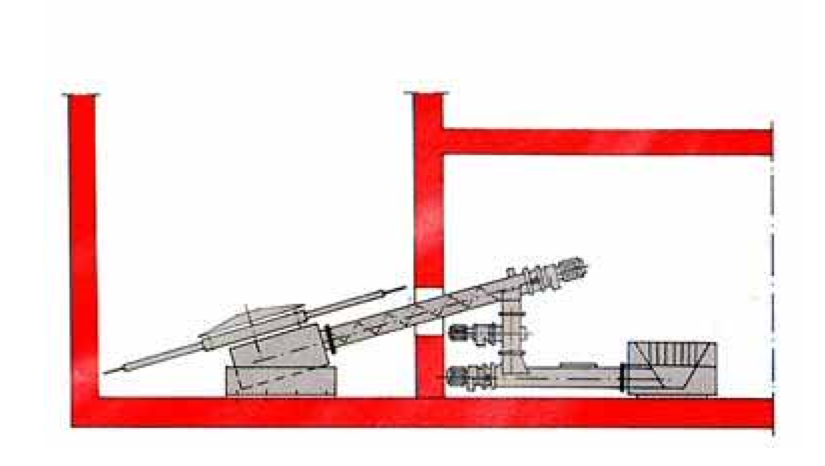
Nachteil:

- Kann die Siloaustragung nicht ersetzen, sondern nur ergänzen

Gelenkarme

Die Gelenkarmaustragung besteht aus zwei Gelenkarmen, mit denen die Späne aus dem Bunker oder Silo erfasst werden. Die äußeren Enden der Gelenkarme bestehen aus Federpaketen, welche die Siloinnenwand entlangstreichen. Dabei können runde, quadratische und rechteckige Grundflächen ausreichend ausgetragen werden.

Bild: Gelenkarmaustragung



Vorteil:

- Preiswerte Form der automatischen Austragung
- Kann auch ebenerdig benachbarte Bunkerräume austragen
- Für ungünstige Raumformen geeignet

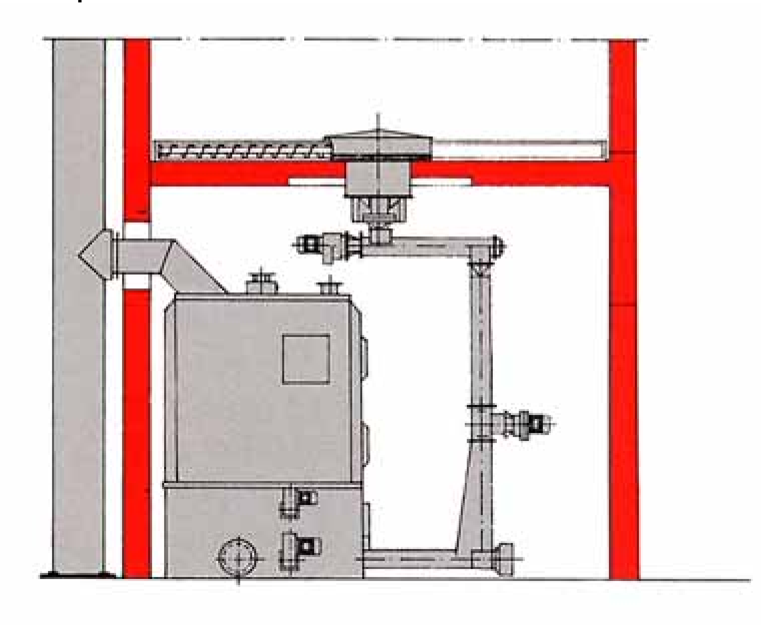
Nachteil:

- Die maximale Spänehöhe oberhalb der Austragung beträgt 6 Meter
- Nur bis zu Durchmessern von 3 - 4 Meter geeignet

Spänefräse

Die Spänefräse ist die Standardaustragung aus den Silos. Sie liegt flach auf dem Siloboden und kann die Späne in kreisförmigem Umlauf erfassen.

Bild: Spänefräse



Vorteile:

- Auch für große Silos gut geeignet
- Ideal für runde Silogrundrisse

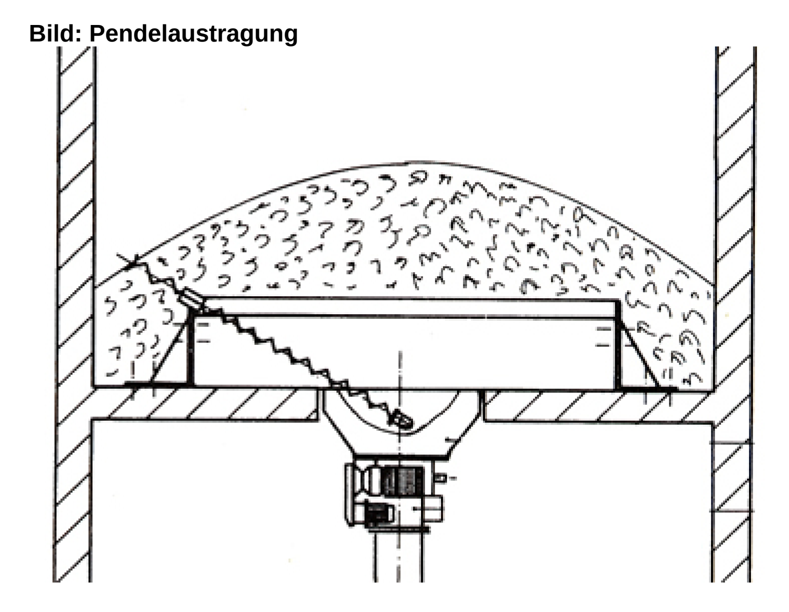
Nachteile:

- Bedarf mindestens eines 1 m hohen freien Unterbaus unter dem Siloboden, um die Austragung montieren zu können. Deshalb keine Bunkeraustragung im Keller möglich.
- Beschränkt auf einen kreisförmigen Silogrundriss. In eckigen Grundrissen werden die Späne in den Ecken nicht erfasst.
- Bei Brikettaustragung muss die Fräse besonders verstärkt werden

Pendelaustragung

Bei der Pendelaustragung ragt die Austragungsschnecke schräg in den Siloraum hinein. Auf einem Ring laufend wird kreisförmig der Siloinhalt erfasst und nach unten ausgetragen.

Bild: Pendelaustragung



Vorteile:

- Gute Durchmischung des Brennstoffe, vermeidet erhöhte Staubanteile in der Brennstoffzuführung des Kessels

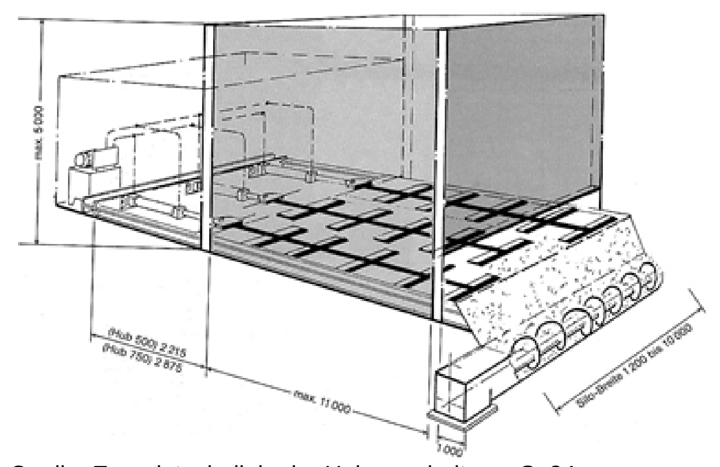
Nachteile:

- Nicht für Briketts geeignet
- Bedarf eines mindestens 1 m hohen Unterbaus unter dem Silo zur Installation der Austragung
- Kann eckige Silogrundrisse nicht ausreichend erfassen

Schubbodenaustragung

Schubbodenaustragungen kommen überall dort zum Einsatz, wo rechteckige Räume und Silos ausgetragen werden müssen. Die Schubstangen werden hydraulisch hin- und herbewegt und schaffen aufgrund ihrer einseitigen Anschrägung das Material zum Ausgang, wo es durch Förderschnecken erfasst und weitertransportiert wird.

Bild: Schubbodenaustragung



Quelle: Energietechnik in der Holzverarbeitung, S. 34

Vorteile:

- Ideal bei rechteckigen oder lang gestreckten Raumsituationen
- Kann auch ebenerdig eingesetzt werden zur Austragung von bodengleichen Bunkern
- Sehr störunanfällig, auch für Briketts geeignet

Nachteile:

- Aufwändige Investition

Brennstoffaufbereitung

Für automatisch beschickte Feuerungsanlagen müssen die Holzreste zu Hackschnitzeln aufbereitet und entsprechend gelagert werden. Die Zerkleinerung erfolgt durch einen Hacker. Dabei kommen heutzutage nur noch Langsam-Läufer zum Einsatz. Sie arbeiten mit wesentlich weniger Stromaufwand als die so genannten Schnell-Läufer. Die Anschaffung eines Hackers verteuert den Einsatz einer automatischen Holzfeuerung, aber er sorgt auch dafür, dass die **Werkstatt besser aufgeräumt** ist.

Hacker haben eine relativ hohe elektrische Anschlussleistung sowie einen hohen Absaugbedarf. Deshalb sollten sie **nicht parallel zu anderen** angeschlossenen **Maschinen** betrieben werden, sondern einzeln außerhalb der Maschinenlaufzeiten.

Um den Hacker günstig zu beschicken, wird er möglichst unterhalb einer Rampe, abgesenkt in einer Mulde oder im Keller aufgestellt. Dabei muss sichergestellt sein, dass kein Bediener versehentlich in den Fülltrichter des Hackers fallen kann. Gerade im Außenbereich ist darauf zu achten, dass auch spielende Kinder **nicht in den Füllbereich des Hackers gelangen** können.

Für den Einsatz im Schreinerbetrieb sollte der Hacker das jeweils **kleinste Sieb** verwenden. Die Hackschnitzel sollen im Umfang typischen Holzspänen entsprechen. Hackschnitzel vergrößern die **Gefahr von Stauungen** in Silos beträchtlich. Sie verhaken sich leicht ineinander und tragen damit zur Brückenbildung bei. Dies sollte bei der Konzeption des Silos berücksichtigt werden.

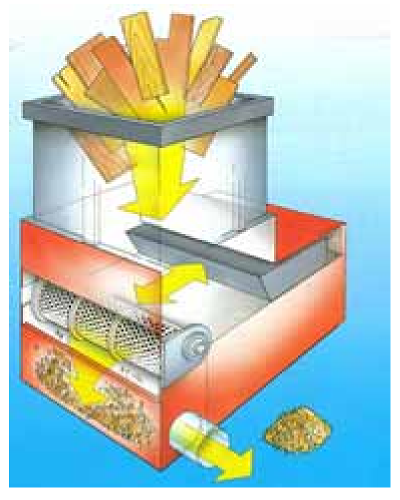
In Schreinerbetrieben kommen zwei Typen von Hackern zum Einsatz

- Schubbodenhacker
- Wellenhacker

Schubbodenhacker

Bei einem Schubbodenhacker wird das zu zerkleinernde Material in eine Mulde eingebracht. Danach schiebt ein Schubboden von der Seite das Material gegen eine rotierende Walze, die mit Wendeplattenmessern bestückt ist

Bild: Schubbodenhacker



Vorteile:

- Ideal bei kurzen, flächigen Teilen
- Die Hackmesser müssen nicht geschärft, sondern nur gedreht bzw. gewendet werden.
- Besser geeignet für Massivholzverarbeiter

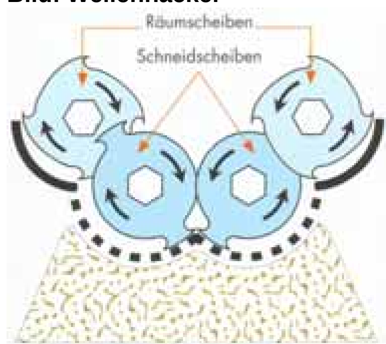
Nachteile:

- Empfindlicher gegenüber Störstoffen wie Metallteilen (Schrauben, Beschläge...)

Wellenhacker

Bei einem Wellenhacker wird das Material in einen Trichter gefüllt, der nach unten zu mehreren ineinander greifenden Wellen führt. Die Wellen erfassen die Werkstücke und ziehen sie zwischen die Walzen und zerkleinern sie mit den Schneidmessern.

Bild: Wellenhacker





Vorteile:

- Ideal bei Schwarten und Spreißeln
- Weniger empfindlich gegenüber Störstoffen
- Besser geeignet für Plattenverarbeiter

Nachteil:

- Die Messer müssen manuell nachgeschliffen werden.

Brikettierung

Die Brikettierung kann einer Zerkleinerung nachgeschaltet sein und die Hackschnitzel, Späne und Holzstäube zu Briketts aufbereiten. Dadurch wird der Brennstoff gleichmäßiger und verbessert die Verbrennungsbedingungen erheblich.

Näheres zu Brikettierung kann auf der Seite Schreiner > Betriebsplanung > Maschinenabsaugung > Späneaufbereitung nachgelesen werden.

Beim Einsatz von Brikettpressen müssen die Austragungen aus dem Silo wie auch die **Förderschnecken** entsprechend eingerichtet sein.

Brennertechnologie

Holzfeuerungsanlagen in Zimmereibetrieben lassen sich in folgende **Typen** aufteilen:

- Füllschachtfeuerung
- Warmluftfeuerung
- Unterschubfeuerung - Durchbrandprinzip
- Unterschubmuldenfeuerung
- Vorofenfeuerung

Alle beschriebenen Feuerungstypen sind grundsätzlich nur für die Verbrennung von **trockenem Material geeignet** (Holzfeuchte < 15 %). Für Frischholzmaterial mit erhöhten Feuchten bedarf es anderer Feuerungstechnologien.

Die Verbrennungsqualität wird entscheidend durch die Regelungstechnik bestimmt. Sie sollte das Verhältnis von Verbrennungsluft und Brennstoff möglichst konstant halten.

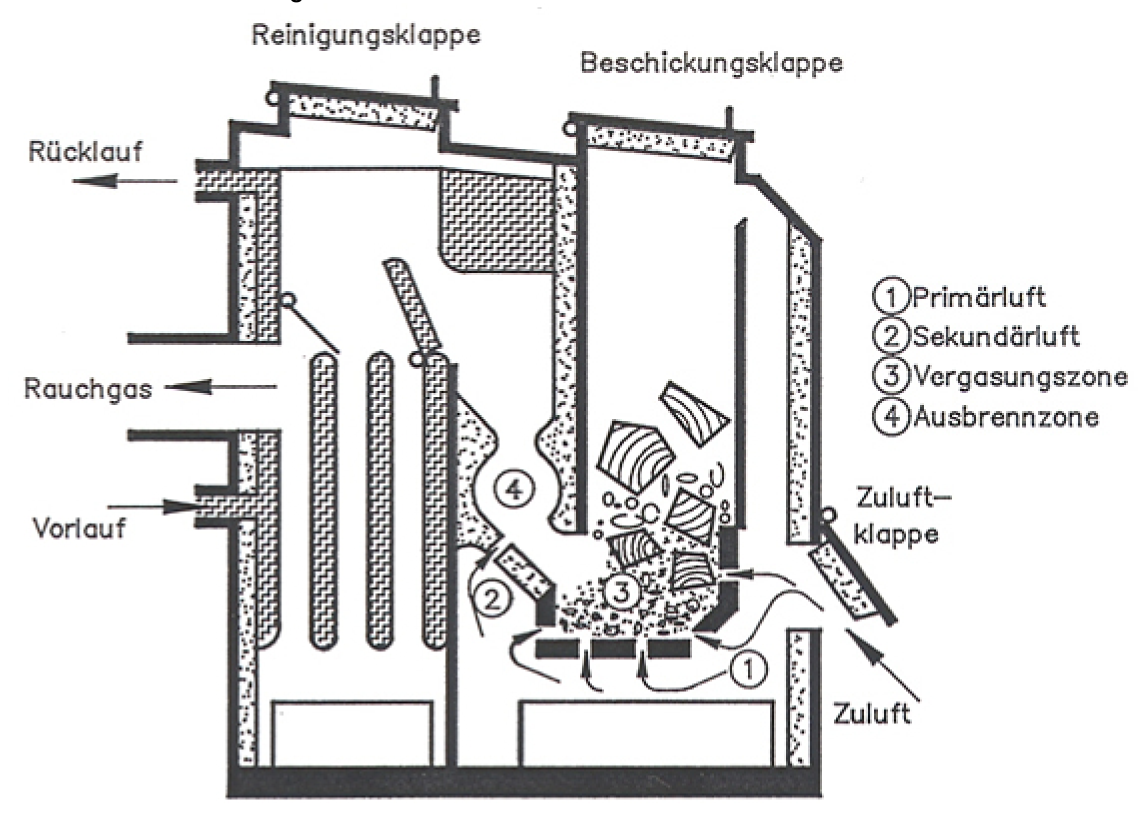
Füllschachtfeuerung

Füllschachtfeuerungen sind handbeschickte Feuerungsanlagen für Stückholz, Plattenreste und Späne. Im gewerblichen Bereich werden fast ausschließlich Füllschachtfeuerungen nach dem Prinzip des **unteren Abbrandes** eingesetzt. Dabei wird die notwendige Verbrennungsluft im Bereich des Rostes als **Primärluft** (erste Luft für die Gluterhaltung) und oberhalb des Glutbettes als vorgewärmte **Sekundärluft** (zweite Luft für den Ausbrand der Verbrennungsgase) zugeführt. Die Primärluft wird dem Holz von unten durch den Rost zugeführt. Sie ist notwendig, um das Holz nach dem Anzünden zu vergasen. Die dabei frei werdenden Gase verbrennen anschließend unter Mitwirkung der Sekundärluft.

Der Brennraum sollte so gestaltet sein, dass die Flammen nicht direkt an Wärmetauscherflächen gelangen und dort abkühlen. Einbauten oder Rundungen begünstigen die **Verwirbelung der Verbrennungsgase** und unterstützen damit den vollständigen Ausbrand. Allerdings darf der Verbrennungsraum nicht zu klein sein.

Das Leistungsspektrum von Füllschachtfeuerungen bewegt sich zwischen 30 und 300 kW **Nennwärmeleistung**.

Bild: Füllschachtfeuerung



Füllschachtkessel arbeiten wie ein Kühlschrank in einem engen Leistungsbereich nach dem Prinzip Ein-Aus. Mit moderner Regelungstechnik kann der Leistungsbereich flexibel gesteuert werden. Dadurch ist es möglich, unterschiedliche Brennstoffqualitäten auszugleichen. Damit die Feuerungsphasen möglichst lange sind, bedarf es bei einer Füllschachtfeuerung immer eines **Pufferspeichers** in Abhängigkeit von der Nennwärmeleistung des Kessels. Er sollte dabei rund 100 Liter pro kW an Nennwärmeleistung umfassen, d.h. eine 50 kW Feuerung benötigt einen Pufferspeicher von 5 m³. Dadurch wird die Wärme besser gespeichert und der Wirkungsgrad der Füllschachtfeuerung steigt.

Vorteile:

- Geringer Investitionsbedarf
- Gleichzeitige Verbrennung von Stückholz und Spänen

Nachteile:

- Keine Verbrennung von Staub möglich!
- Neigt bei feinen Spänen zu Verpuffungen
- Relativ hoher Bedienaufwand
- Begrenzte Regulierbarkeit auf unterschiedlichen Wärmebedarf
- Erhöhte Emissionen während der Gluterhaltungsphasen, sofern diese nicht mit einer automatischen Zündung ausgestattet sind, um die Glut bei Bedarf wieder anzufachen.
- Mit Füllschachtfeuerungen lassen sich die geforderten Emissionsgrenzwerte für Massivholz sicher einhalten. Die deutlich strengeren Anforderungen an die Verbrennung von Plattenresten werden zumeist nicht erfüllt.

Die Beschickung kann durch den **Einsatz von Briketts** als Brennstoff wesentlich verbessert werden. Der Ausbrand wird gleichmäßiger und auch feinere Späne- und Staubfraktionen können in Brikettform verwertet werden.

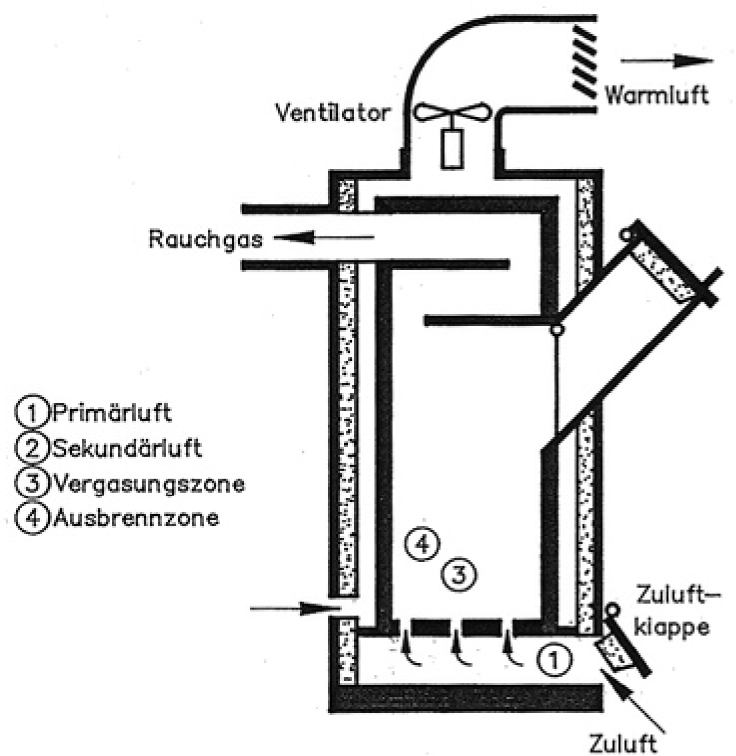
Warmluftöfen

Warmluftöfen arbeiten nach dem gleichen Prinzip wie Füllschachtkessel mit dem Wärmeträgermedium Luft. Der Kessel ist im Innern mit Rohren versehen, die direkt von der Flamme erwärmt werden. Durch einen Ventilator wird Luft angesaugt, durch die heißen Rohre geblasen und als Warmluft über Luftkanäle in der Werkstatt verteilt. Warmluftöfen kommen in einem begrenzten Leistungsspektrum von 30 - 90 kW Nennwärmeleistung zum Einsatz.

Sie weisen die gleichen Vor- und Nachteile wie die Füllschachtfeuerung auf, sind aber preiswerter und benötigen keinen Pufferspeicher. Allerdings können sie verbrennungstechnisch nicht so gut gesteuert werden wie Füllschachtfeuerungen auf Warmwasserbasis.



Bild: Warmluftofen



Unterschub-Durchbrandprinzip

Unterschubfeuerungen sind mechanisch beschickte Anlagen ausschließlich für zerkleinerte Brennstoffe wie Späne, Hackschnitzel oder Staub. Dabei führt eine Schnecke das Material in die Feuerungsanlage ein. Das Prinzip Durchbrand ist dadurch gekennzeichnet, dass die Primärluft von unten durch einen Rost ähnlich der Füllschachtfeuerung zugeführt wird. Die Sekundärluftzufuhr erfolgt oberhalb des Glutbettes.

Die sich bildende **Asche** fällt durch den Rost nach unten aus und kann von dort manuell oder durch automatische Systeme entnommen werden.

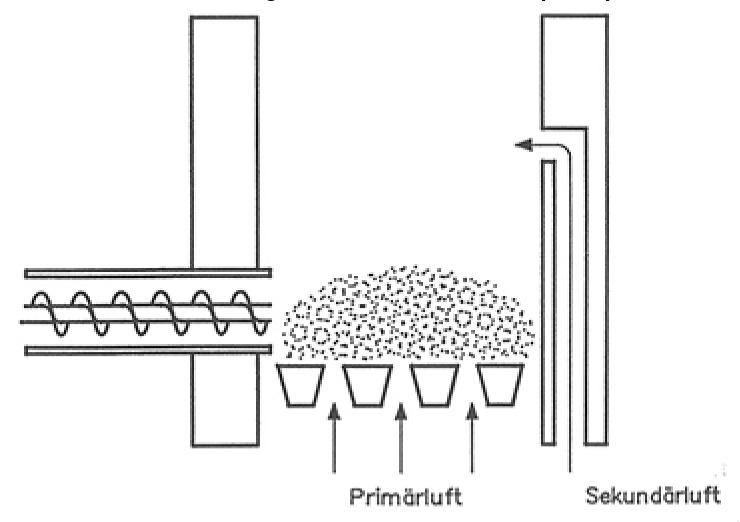
Unterschubfeuerungen können ein **großes Leistungsspektrum** zwischen 50 und 5.000 kW **Nennwärmeleistung** abdecken. Die Größe des Feuerraums ergibt sich aus der Nennwärmeleistung des Ofens. Er kann vertikal oder horizontal ausgerichtet sein, je nach der Orientierung der Wärmetauscherflächen. Unterschubfeuerungen verfügen heutzutage zumeist auch über eine

Leistungssteuerung, um die Leistung abhängig vom aktuell benötigten Wärmebedarf zwischen 30 und 100% zu variieren. Für einen optimalen Ausbrand bedarf es wie bei der Füllschachtfeuerung eines ausreichend großen Feuerraums, der für eine gute Vermischung von Brennstoff und Verbrennungsluft sorgt.

Im Falle einer Störung und eines Rückbrandes in die Schnecke hinein wird über einen Temperaturfühler für den automatischen Einsatz von Löschwasser gesorgt.



Bild: Unterschubfeuerung nach dem Durchbrandprinzip



Vorteile:

- Gute Regelbarkeit des Kesselleistung, vor allem wenn eine Leistungssteuerung zum Einsatz kommt
- Deutlich geringerer Bedienungsaufwand
- Im Durchbrandprinzip werden auch höhere Staubanteile toleriert
- Gleichmäßigeres Temperaturniveau
- Automatischer Betrieb auch für die Zeiträume, in denen nicht gearbeitet wird

Nachteile:

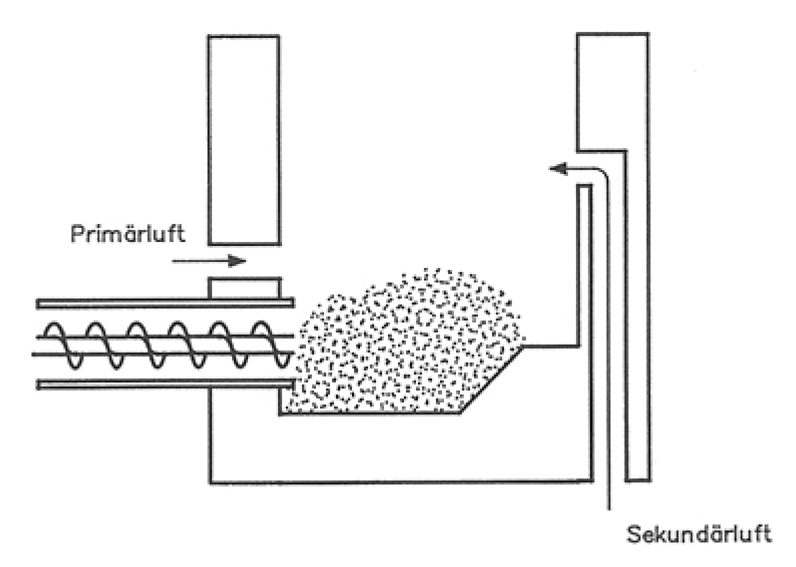
- Aufwändigere Investition
- Stückige Holzreste müssen zerkleinert werden
- Automatische Austragung aus dem Silo erforderlich
- Beim Einsatz von Briketts muss die Förderschnecke dafür geeignet sein

Wenn Hackschnitzel verbrannt werden, bedarf es einer gut dimensionierten **Zellenradschleuse**, damit es nicht zu Störungen in der Zuführung kommt.

Unterschub-Muldenfeuerung

Im Unterschied zum Durchbrandprinzip wird bei der Muldenfeuerung das zerkleinerte Holzmaterial in eine Mulde geführt. Dabei wird die Primärluft direkt oberhalb des Glutbettes zugeführt. Die Sekundärluft gelangt darüber in den Feuerungsraum. Die Asche wird nach oben über den hinteren Muldenrand geschoben und fällt dahinter in den Aschekasten, wo sie manuell oder maschinell entfernt werden kann. Die anderen technischen Merkmale entsprechen denen von Unterschubfeuerungen nach dem Durchbrandprinzip.

Bild: Unterschubfeuerung nach dem Muldenprinzip



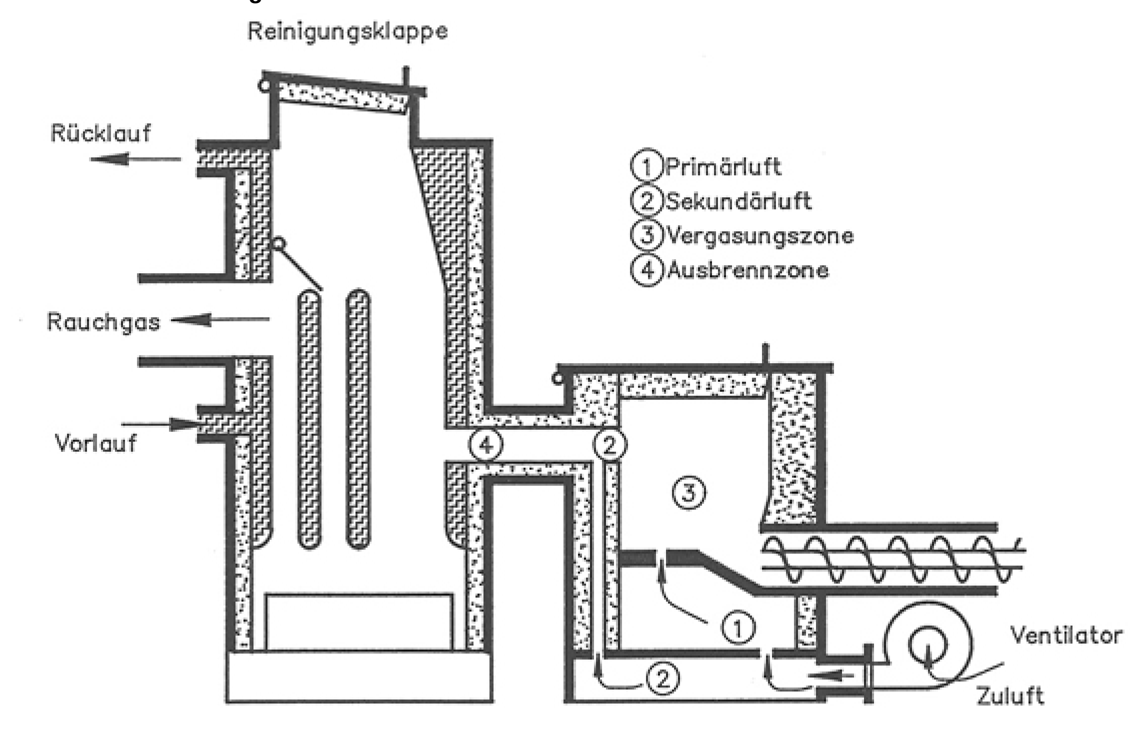
Bei einer Muldenfeuerung **darf der Staubanteil nicht über 50 % des Brennstoffes** liegen, da es sonst zu Verpuffungen kommt. Ansonsten entsprechen die Vor- und Nachteile denen von Unterschubfeuerungen nach dem Durchbrandprinzip.

Vorofenfeuerung

Vorofenfeuerungen kamen in den 90er Jahren auf den Markt, um die vorhandenen Füllschachtfeuerungen zu sanieren. Dabei werden die Brennstoffe automatisch wie bei der Unterschubfeuerung dem Feuerungsraum im Vorofen zugeführt. Der nachgeschaltete Kessel dient dann ausschließlich für die Wärmetauscher. Heute kommen sie vor allem zum Einsatz, wenn in einem ersten Schritt ein Füllschachtkessel angeschafft wird, der später um einen Vorofen erweitert wird. Allerdings muss bereits bei der Planung ausreichend Platz im Heizraum vorgesehen werden.

Die technische Ausstattung entspricht der von Unterschubfeuerungen. Das damit abgedeckte Leistungsspektrum ist aber deutlich kleiner und liegt typischerweise zwischen 50 und 300 kW **Nennwärmeleistung**.

Bild: Vorofenfeuerung



Die **Vor- und Nachteile entsprechen denen der Unterschubfeuerung** in Abhängigkeit von dem im Vorofen zum Einsatz kommenden Verbrennungsprinzip (Mulde oder Durchbrand). Zusätzlich kommen im Vergleich zu Unterschubfeuerungen folgende Aspekte hinzu:

Vorteile:

- Abgestufte Investitionen bei der Anschaffung der Holzfeuerung möglich

Nachteile:

- Erhöhter Platzbedarf
- Schlechtere Wärmeausbeute
- Tendenz zur Überhitzung, deshalb erhöhter Bedarf an Wärmedämmung

Regelungstechnik

Mit Hilfe der Regelungstechnik will man Temperatur- und Luftverhältnisse in einem engen Intervall halten und somit einen optimalen Ausbrand gewährleisten. Die einfachere Grundform der Verbrennungsregelung optimiert dies bei einem bestimmten Leistungsniveau. Bei einer Leistungsregelung erfolgt die Steuerung zusätzlich für unterschiedliche Lastzustände.

Verbrennungsregelung

Durch die Verbrennungsregelung soll die Emission unverbrannter Gase aus dem Feuerungsraum minimiert und der Wirkungsgrad der Wärmeausbeute erhöht werden. Dabei werden folgende **Stellgrößen** beeinflusst:

1. **Brennstoffmenge** über die Geschwindigkeit der Förderschnecke
2. **Primärluft** über Drehzahlsteuerungen oder Luftklappen
3. **Sekundärluft**

Bei manuell beschickten Füllschachtfeuerungen kann nur die Luftmenge beeinflusst werden, wodurch die Effektivität der Steuerung eingeschränkt ist.

Bei der Verbrennungsregelung können im Abgasrohr folgende **Messgrößen** erfasst werden:

- Luftüberschuss Lambda
- Verbrennungstemperatur
- Kohlenmonoxid CO

Herstellerspezifisch werden diese Größen einzeln und kombiniert erfasst, um daraus die Stellgrößen zu variieren. Dadurch können auch **Schwankungen der Brennstoffzusammensetzungen** (Hackschnitzel, Späne, Staub) verbrennungstechnisch **ausgeglichen** werden.

Leistungsregelung

Die Leistungsregelung zielt auf die Anpassung der Wärmeproduktion einer Feuerungsanlage an den aktuell erforderlichen Wärmebedarf. Als Regelgröße für diesen Anpassungsprozess dient entweder die Kesselwassertemperatur oder die Vorlauftemperatur in Verbindung mit der Differenz aus Vorlauf- und Rücklauftemperatur. Daraus wird ein Sollwert ermittelt, mit dessen Hilfe die Brennstoff- und Verbrennungsluftzufuhr entsprechend angepasst werden.

Durch eine Leistungsregelung gibt es **kein An- und Abschalten der Brennstoffzufuhr** sondern eine **kontinuierliche Feuerung**. Es gibt keine Gluterhaltungsphase mehr und die Emissionen an unverbrannten Gasen werden deutlich verringert.

Überwachungspflichten

Einzuhaltende Grenzwerte

Aus dem Bundesimmissionsschutzgesetz abgeleitet werden in der **1. Bundesimmissionsschutzverordnung (1. BImSchV)** die gesetzlichen Anforderungen an den Betrieb und die Überwachung von Kleinfeuerungsanlagen formuliert. Dabei handelt es sich um die im Handwerk typischen Holzfeuerungen mit einer **Nennwärmeleistung** bis zu 850 kW. Größere Anlagen müssen gesondert genehmigt werden.

Im Paragraph 3 der 1. BImSchV werden die **zugelassenen Brennstoffe** für Holzfeuerungen aufgeführt. Diese kann man in zwei Gruppen fassen.

Gruppe 1

- Naturbelassenes **stückiges Holz** einschließlich anhaftender Rinde
- Naturbelassenes nichtstückiges Holz, beispielsweise in Form von **Sägemehl, Spänen, Schleifstaub** oder Rinde
- Presslinge aus naturbelassenem Holz in Form von **Holzbriketts** entsprechend DIN 51 731

Gruppe 2

- Gestrichenes, **lackiertes oder beschichtetes Holz**
- **Sperrholz, Spanplatten**, Faserplatten oder sonstiges verleimtes Holz

Beide Gruppen sind grundsätzlich für die Verbrennung in Holzfeuerungen zugelassen. Es werden jedoch **unterschiedliche Anforderungen an die Verbrennungsqualität** vorgegeben.

Die Verbrennung der Brennstoffe der **Gruppe 2** ist auf Holzfeuerungen mit einer **Nennwärmeleistung von mindestens 50 kW** begrenzt.

Nicht zugelassen sind folgende **Problemstoffe**:

- **Holzschutzmittelhaltige Hölzer** wie alte Fensterrahmen oder Spanplatten für den Außenbereich in der Qualität V 100 G
- **PVC**-Anhaftungen in Form von Dickkanten oder besonderen Thermofolien (dies betrifft nicht die üblichen Dekorpapiere der Spanplatten)
- **Papier/Pappe** führt zu erheblichen Verrußungen im Rauchgas und verschmutzt besonders die Wärmetauscherflächen in der Holzfeuerung. Zudem wird dadurch das Risiko der Emissionen von Dioxinen und Furanen deutlich erhöht
- **Metallteile** führen zu erhöhten Schwermetallemissionen im Rauchgas und entsprechenden Ablagerungen in der Holzasche

Für die Verbrennung der Brennstoffe der **Gruppe 1** werden folgende **Grenzwerte** vorgegeben:

Tabelle: Emissionsgrenzwerte bei der Verbrennung von Brennstoffen der Gruppe 1

Nennwärmeleistung in Kilowatt	Grenzwert Kohlenmonoxid in g/m³
bis 50	4
über 50 bis 150	2
über 150 bis 500	1
über 500	0,5

Quelle: Entsprechend § 6 Abs. 2 1. BImSchV

Für die Verbrennung der Brennstoffe der **Gruppe 2** gelten strengere Vorgaben:

Tabelle: Emissionsgrenzwerte bei der Verbrennung von Brennstoffen der Gruppe 2

Nennwärmeleistung in Kilowatt	Grenzwert Kohlenmonoxid in g/m³
bis 100	0,8
über 150 bis 500	0,3
über 500	0,0

Quelle: Entsprechend § 6 Abs. 3 1. BImSchV

Zudem gilt für beide Brennstoffgruppen ein **Staubgrenzwert von 0,15 g/m³**.

Bei der **Bestellung einer Holzfeuerngsanlage** sollte die Einhaltung der geforderten Grenzwerte in den Vertrag aufgenommen und bis zur Abnahme des Schornsteinfegermeisters ein Sicherungseinbehalt von 10 % vorgenommen werden.

Überwachung

Der Betreiber der Holzfeuerungsanlage muss den zuständigen **Bezirkschornsteinfegermeister** mit der Überwachung der Anlage beauftragen und die **beiden Kenngrößen Staub und Kohlenmonoxid**

erfassen. Während der Wert für Kohlenmonoxid direkt nach der Messung ausgewertet werden kann, müssen die Proben für die Staubermittelung zur Auswertung an ein Labor geschickt werden.

Der **Rhythmus der Überwachung** erfolgt in Abhängigkeit von den verwendeten Brennstoffen sowie der Art der Beschickung.

- Bei **handbeschickten Anlagen**, die nur die Brennstoffe der **Gruppe 1** einsetzen, wird die Anlage nur **einmalig** nach der Installation oder bei wesentlichen Änderungen der Feuerungsanlage gemessen und abgenommen. Das Gesetz sieht hierfür keine wiederkehrenden Messungen vor.
- Bei handbeschickten Anlagen, die auch die Brennstoffe der **Gruppe 2** verwenden, sowie bei **mechanisch beschickten Anlagen (**unabhängig vom Brennstoff) werden diese regelmäßig **jährlich** durch den Schornsteinfegermeister überwacht.

Werden die Grenzwerte nicht eingehalten, so ordnet der Schornsteinfegermeister eine Wiederholungsmessung an.

Die **Messbescheinigungen** des Schornsteinfegers gehören zu den Unterlagen des Betreibers. Sie dokumentieren den ordnungsgemäßen Betrieb der Holzfeuerungsanlage gegenüber den Aufsichtsbehörden.

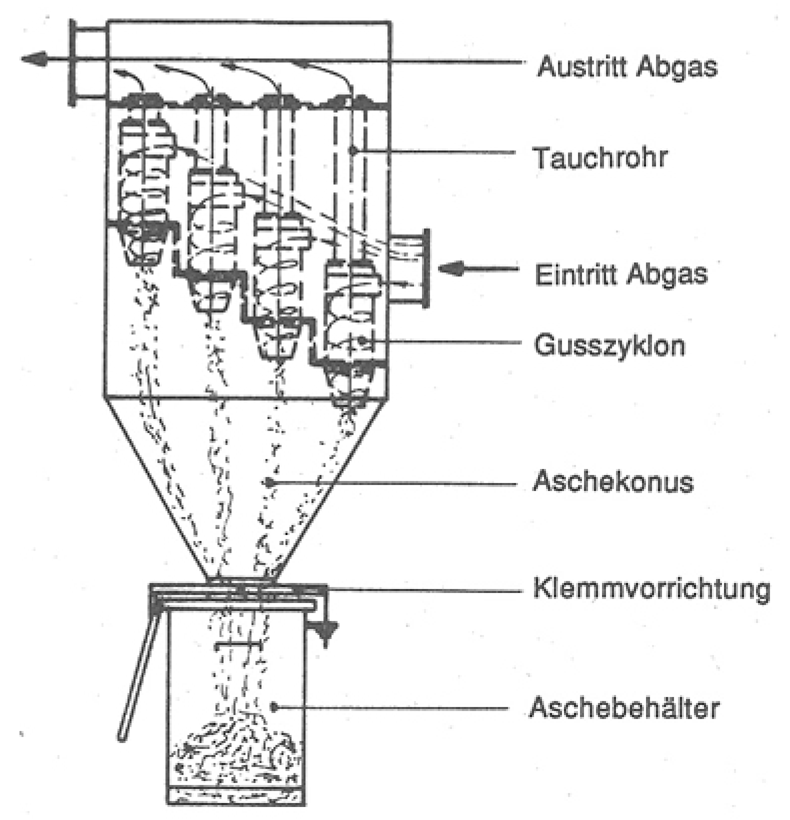
Rauchgasreinigung

Holzfeuerungsanlagen für Schreinerbetriebe verfügen typischerweise über eine besondere Rauchgasentstaubung zur Erfassung der Stäube. Für andere Schadstoffe sind normalerweise keine zusätzlichen Filteranlagen vorgesehen.

Es kann nicht grundsätzlich davon ausgegangen werden, dass für Holzfeuerungen eine zusätzliche Rauchgasentstaubung erforderlich ist. Bestimmte Anlagentypen können in Abhängigkeit von den konkreten Brennstoffbedingungen den Staubgrenzwert auch ohne zusätzliche Rauchgasentstaubung einhalten.

In der Mehrzahl der Anlagen wird allerdings ein **Rauchgaszyklon** eingesetzt. Die Rauchgase werden dabei in einer zylindrischen Kammer in Rotation versetzt. Durch die Rotation werden die festen Rauchgaspartikel nach außen an die Zylinderwand geschleudert und so aus dem Rauchgas ausgeschieden. Multizyklonabscheider bestehen aus mehreren kleineren Einzelzyklonen, die zu einer Gruppe zusammengebaut sind. Die ausgeschiedenen Staubteile fallen nach unten und können in einem Aschebehälter gesammelt werden. Multizyklonabscheider arbeiten weitgehend automatisch und erzielen einen guten Abscheidegrad.

Bild: Multizyklon zur Rauchgasentstaubung



Quelle: Bundesamt für Konjunkturfragen, Betrieb von automatischen Holzfeuerungen, 1990, S. 50

Mit einem Multizyklon kann der geforderte Staubgrenzwert von 0,15 g/m³ normalerweise sicher eingehalten werden.

Vorbereitung auf den Besuch des Schornsteinfegermeisters

Wenn sich der Besuch des Schornsteinfegers ankündigt, sollte der Betreiber vorab folgende **Maßnahmen** durchführen:

- Gründliche **Reinigung** der Anlage
- Eventuell **Wartung** durch den Hersteller, um die Regelungstechnik zu überprüfen im Hinblick auf eine optimale Zuführung der Verbrennungsluft.
- Überprüfen, ob am Übergang der Feuerungsanlagen zum Schornstein und Rauchgaszyklon **keine Undichtigkeiten** vorhanden sind. Dadurch könnte Falschluft dem Rauchgas zugeführt werden und die Messung ungünstig verfälschen.
- Die Messdauer zur Erfassung der Kenngrößen Staub und Kohlenmonoxid ist im Gesetz mit 15 Minuten vorgesehen. Wenn in diesem Zeitraum die Feuerung nicht ausgelastet ist und zeitweilig in die Gluterhaltung herunterschaltet, verschlechtern sich die Messwerte deutlich. Dies wird immer auch aus der Messbescheinigung ersichtlich, wenn die dort aufgeführte Rauchgastemperatur deutlich unter 200 °C liegt. Deshalb sollte eine **Messung immer in den kühlen Wintermonaten** erfolgen, um die Feuerung ausreichend auszulasten.
- Die **Homogenität des Brennstoffes** hat einen wichtigen Einfluss auf die Messung. Wenn während der Messung stark unterschiedliche Brennstoffe wie Späne, Staub und Stückholz verbrannt werden, wird dadurch die Einhaltung der Grenzwerte erschwert.

Wartung

Der optimale Betrieb einer Holzfeuerung bedarf einer hochwertigen Kesseltechnologie und modernsten Regelungstechniken. Eine solche Anlage muss wie jede andere hochwertige Maschine regelmäßig kontrolliert und gewartet werden.

Störungen im Betrieb

Gängige Störpunkte können wie folgt abgestellt werden:

Glanzruß Kaminbrand	Feinste Teertröpfchen bilden sich bei unvollständiger Verbrennung durch eine **zu niedrige Verbrennungstemperatur**. Durch Kondensation und einbrennen der Teertröpfchen an kalten Wänden entsteht eine lackähnliche Schicht, der isolierende Glanzruß. Es fehlt die heiße Ausbrandflamme für eine vollständige Nachverbrennung. • Überprüfen, ob ungeeignetes, feuchtes Holz verbrannt wurde, welches die Flammentemperatur zu stark abkühlt. • Unzureichende Zufuhr der Verbrennungsluft (Primärluft) abstellen • Wärmedämmung des Kamins kontrollieren
Geruchsemissionen	Geruchsbelästigungen treten zumeist in der **Anfeuerungsphase** auf oder bei unzureichender Verbrennung von **Spanplattenresten**. Folgende Punkte sind zu überprüfen: • Unzureichende Verbrennungsluft für die Glutbildung (Primärluft) • Abstimmen der Verbrennungsluft auf den eingesetzten Brennstoff • Mindesthöhe des Kamins kontrollieren
Verpuffungen	Dies entsteht am ehesten bei der Verbrennung von zu feuchtem Holz oder trockenem Schleifstaub. • Beim Verbrennen von **feuchtem Brennstoff** kann es bei einem Mangel an Primärluft zu einem hohen Gehalt an Schwelgasen kommen. Dies kann die Verpuffungen auslösen. Durch das richtige Abstimmen der Luftzufuhr auf die Brennstoffqualität kann diesem Fall vorgebeugt werden. • **Staubexplosionen** treten am ehesten bei Muldenfeuerungen auf. Wenn dort der Staubgehalt im Brennstoff über 50 % steigt, können daraus Verpuffungen entstehen. Die Vermischung der Brennstoffqualitäten beim Austragen des Brennstoffs sollte verbessert werden.
Schlackenbildung im Brennraum	Die Schlackenbildung ist auf Verunreinigungen des Brennstoffs oder zu hohe Aschetemperaturen zurückzuführen. • **Verunreinigungen im Brennstoff** wie Kunststoffe, Aluminium etc. können Schlacken bilden, welche den ganzen Feuerraum verunreinigen. Stahlteile können beim Glühen den Rost zerstören oder verschmieden. Auf eine

	ausreichende Metallabscheidung hinter dem Hacker oder bei der Brennstofferfassung ist zu achten. • Schlacken aus Holzaschen entstehen, wenn diese über 900 °C erhitzt wird. Der **Ascheschmelzpunkt** wird durch die Verbrennung von **Spanplattenresten nach unten beeinflusst**. Die Asche schmilzt dadurch bereits bei tieferen Temperaturen. Insbesondere bei Muldenfeuerungen ist dieses Phänomen zu beobachten. Die Primärluftführung kann dazu beitragen, die Schlackenbildung zu verringern. Auch die bessere Durchmischung der Brennstoffe beim Austragen aus dem Silo kann dazu beitragen, die Konzentration an Späneresten aus Spanplatten zu verringern und damit den Ascheschmelzpunkt nicht zu stark zu beeinflussen.

Wartungspunkte

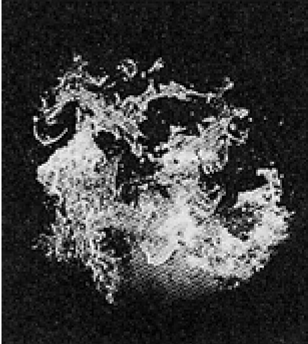
Für die regelmäßige Kontrolle und Wartung von Holzfeuerungsanlagen werden folgende **Maßnahmen** empfohlen:

1. Entsprechend der Auslastung der Holzfeuerung sollte alle 1-2 Wochen der **Kessel entascht** werden. Dabei sind die Wärmetauscherflächen entsprechend den Vorgaben des Herstellers zu reinigen und die Aschekästen im Kessel zu entleeren. Für die Reinigung kann der Einsatz eines Staubsaugers in zündquellenfreier Bauart (B1) hilfreich sein.
2. Kontrolle der **Farbe der Asche**. Wenn diese sehr hell bis weiß ist, beinhaltet sie nur wenige unverbrannte Bestandteile. Dunklere Färbung und Verunreinigungen deuten auf Verunreinigungen im Brennstoff bzw. unvollständige Zufuhr der Verbrennungsluft hin.
3. Kontrolle der **Wärmetauscherflächen** auf Glanzruß (s.o.).
4. Kontrolle des **Rauchbildes** an der Kaminmündung. Wenn der Rauch deutlich sichtbar ist und riecht deutet dies auf unvollständige Verbrennung hin. Während dies in der Anlaufphase häufig nicht zu vermeiden ist, sollte es bei der normalen Verbrennung nicht auftreten.
5. Kontrolle des **Flammenbildes** auf korrekten Luftüberschuss über ein dafür vorgesehenes Schauglas. Eine Beurteilung bei offener Tür ist nicht möglich.

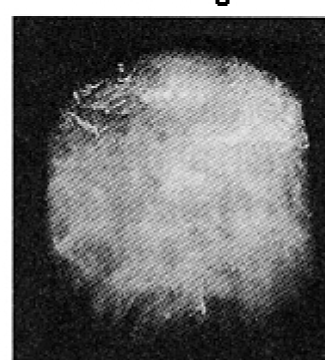
Bild: Luftüberschuss und Flammenbild

Luftüberschuss

zu hoch



in Ordnung



Quelle: Bundesamt für Konjunkturfragen, Betrieb von automatischen Holzfeuerungen, 1990, S. 7

Die Flammenform und -farbe zeigt an, wie der **Luftüberschuss zu beurteilen** ist. Er ist

- zu **hoch**, wenn die Flamme nicht geschlossen ist, sondern mehrere einzelne Flammen mit vielen Flammenspitzen aufweist wie bei einem offenen Feuer.
- **in Ordnung**, wenn die Flamme hellgelb, lang, geschlossen und wolkig ist.
- zu **tief**, wenn die geschlossene Flamme dunkelrot ist und sich über der Flamme Rauch bildet.

Alle Wartungspunkte sollten in Absprache mit dem Hersteller in einer **Wartungsanweisung** zusammengestellt werden und dem zuständigen Mitarbeiter als Orientierung dienen.

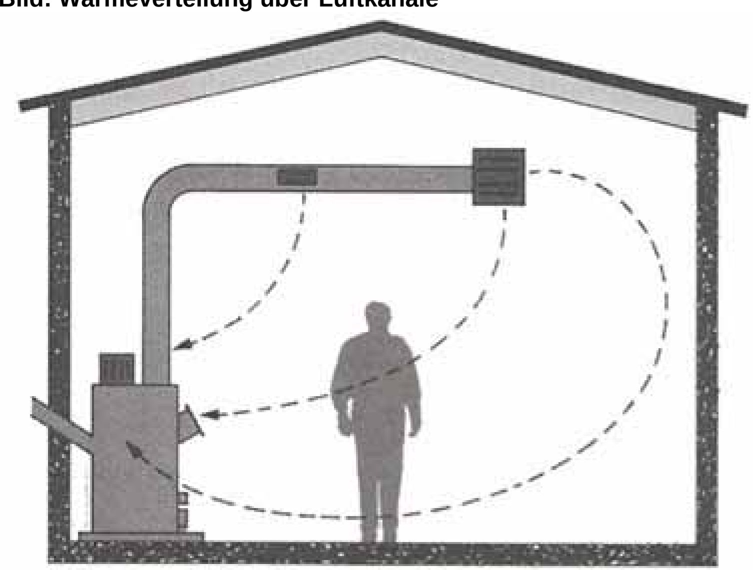
Wärmeverteilung

In Abhängigkeit vom gewählten **Heizungssystem** ergeben sich unterschiedliche Möglichkeiten, die erzeugte Wärme in den Betriebsräumen zu verteilen.

Warmluftheizung

Der Warmluftkessel ist im Innern mit Rohren versehen, die direkt von der Flamme erwärmt werden. Durch einen Ventilator wird Luft angesaugt, durch die heißen Rohre geblasen und als Warmluft über Luftkanäle in der Werkstatt verteilt.

Bild: Wärmeverteilung über Luftkanäle



Quelle: Planung und Einrichtung von Tischler-/Schreinerbetrieben, S. 122

Bei kleinen Räumen wird die Warmluft direkt oberhalb des Ofens in den Raum geblasen. Bei größeren Flächen wird sie über Luftkanälen mit entsprechenden Auslassöffnungen verteilt.

Warmluftkanäle sind **einfach zu installieren**, der damit verbundene Aufwand ist gering. Die Wärmeerzeugung und -verteilung erfolgt in kürzester Zeit. Der Raum wird **sehr schnell** warm.

Allerdings kommt es zu recht ungleichen **Zuglufterscheinungen**. Die **Staubentwicklung** ist im Einwirkungsbereich der Auslassöffnungen deutlich erhöht. Da es keinerlei Speichermedien gibt, sinkt die Raumtemperatur auch schnell wieder ab, es muss **schneller nachgeheizt** werden. Für **Büro- und Sozialräume** sind Warmluftheizungen **nicht geeignet.** Sie bedürfen eigener Zusatzheizungen.

Warmwasserheizungen

Das Wärmeträgermedium bei einem Warmwasserkessel wird mit einer Vorlauftemperatur von ca. 90 °C mittels Umwälzpumpen den Wärmetauschern in den einzelnen Betriebsräumen zugeführt. Je nach Pufferspeicher können Warmwasserheizungen die **Wärme** über längere Zeiträume bevorraten und diese **gleichmäßiger** abgeben. Die Raumtemperatur kann in einem **engeren Intervall** reguliert werden. Durch das Leitungssystem werden **alle Räume** erfasst.

Das Medium Wasser führt naturgemäß auch zu einer **größeren Trägheit**. Es dauert länger, bis eine Werkstatt erwärmt wird. Der damit verbundene **Installationsaufwand** ist gegenüber einem Warmluftsystem ebenfalls deutlich **höher**. Zur Vermeidung von **Frostgefahr** muss zudem sichergestellt sein, dass eine ausreichende Befeuerung des Kessels gewährleistet ist.

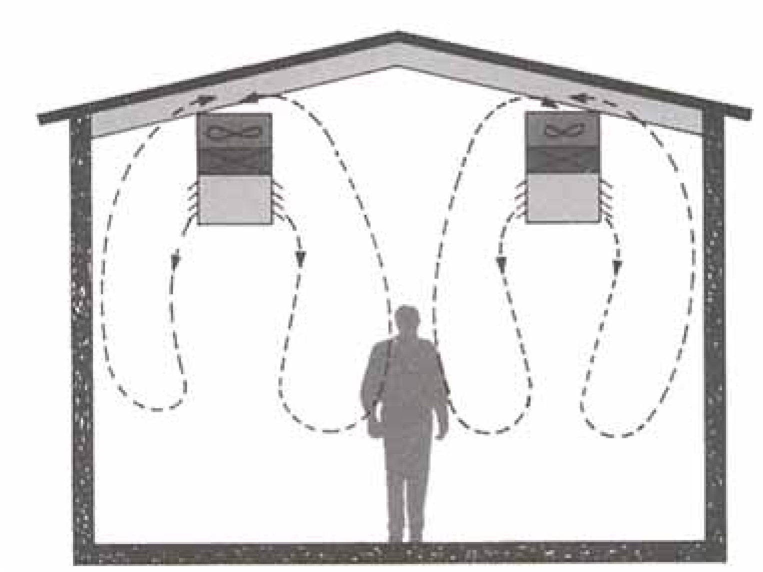
Als Wärmetauscher für Warmwasserheizungen kommen folgende **Systeme** in Betracht:

- Lufterhitzer
- Radiatoren
- Kombinierte Systeme
- Deckenstrahler

Lufterhitzer

Warmwasser-Lufterhitzer werden unterhalb der Decke montiert. Der eingebaute Ventilator saugt die Raumluft von außen oder aus dem Raum an, führt sie an dem Wärmetauscher vorbei und bläst die erwärmte Luft in die Werkstatträume.

Bild: Lufterhitzer



Quelle: Planung und Einrichtung von Tischler-/Schreinerbetrieben, S. 122

Vorteile:

- Gegenüber anderen Verteilersystemen ist der Installationsaufwand verhältnismäßig gering.
- Die Lüfter bringen schnell Wärme in den Raum. Sie können auch großflächige Räume mit Raumhöhen von mehr als 3 Meter ausreichend mit Wärme versorgen.
- Die Installation unter der Decke nimmt keine Stellflächen vor den Wänden in Anspruch.

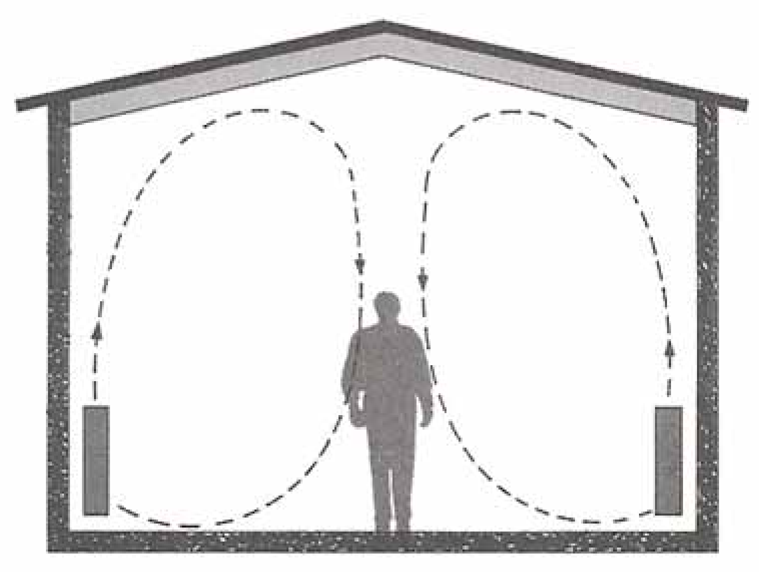
Nachteile:

- Die Gebläse bringen Zuglufterscheinungen in den Werkstattraum und führen zu verstärkten Staubaufwirbelungen. In Räumen mit Raumhöhen unter drei Meter sollten sie deshalb nicht zum Einsatz kommen.
- Der Energieaufwand wird durch den zusätzlichen Strombedarf der Ventilatoren erhöht.

Radiatoren

Radiatoren werden an den Wänden angebracht. Sie stehen als Rippenrohre, Rippenheizkörper und Plattenheizkörper zur Verfügung. Die Wärmeabgabe erfolgt über Wärmestrahlung und gleichzeitiger Konvektion (Bewegung der Luft durch Erwärmung).

Bild: Radiatorenheizung



Quelle: Planung und Einrichtung von Tischler-/Schreinerbetrieben, S. 123

Vorteile:

- Die Raumtemperatur kann in Verbindung mit Thermostatventilen gut geregelt werden.
- Unnötige Luftbewegungen und Aufwirbelungen werden vermieden, keine Zugerscheinungen.
- Die Temperaturverteilung ist recht gleichmäßig.
- Die Stärke von Radiatoren liegt vor allem in kleineren Räumen bzw. Räumen mit einer Raumhöhe von weniger als 3 m.

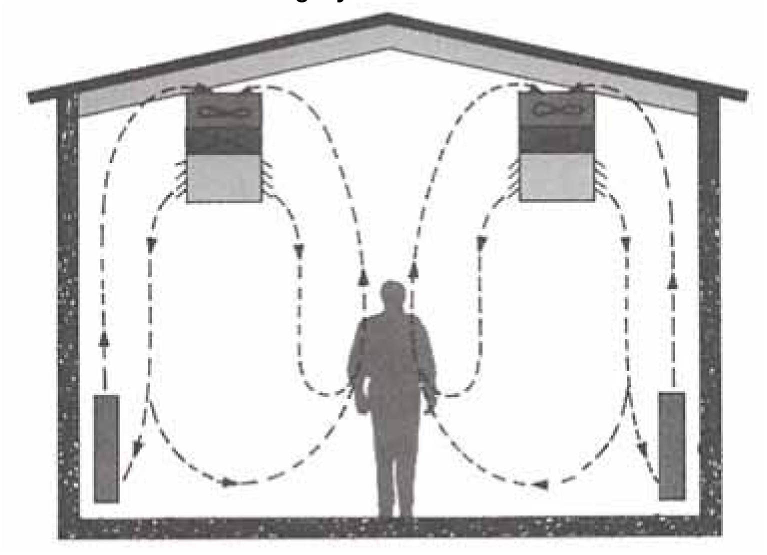
Nachteile:

- Die Installationskosten sind höher als bei Lufterhitzern.
- Ein Teil der Wärmeabgabe geht verstärkt über die Außenwände verloren.
- Stellflächen an den Außenwänden fallen weg. Häufig werden die Heizkörper dennoch zugestellt, so dass deren Wirksamkeit deutlich eingeschränkt ist.
- Rippenrohre bzw. Rippenheizkörper sind zusätzliche Staubfänger und können nur schwer gereinigt werden.
- Die Wärmeabgabe ist vergleichsweise träge. Es dauert recht lange bis die Werkstatträume dadurch erwärmt werden können.

Gemischte Systeme

Die Kombination von beiden oben genannten Systemen - Lufterhitzern und Radiatoren - ermöglicht eine sehr flexible Raumbeheizung. Durch getrennten Betrieb von Radiatoren und Lufterhitzern kann der Raum sehr schnell und gleichmäßig erwärmt werden.

Bild: Gemischte Verteilungssysteme



Quelle: Planung und Einrichtung von Tischler-/Schreinerbetrieben, S. 124

Vorteile:

- Die Regelbarkeit der Raumheizung ist sehr gut.
- Die Wärmeverteilung ist im ganzen Raum - auch im Fußbereich - sehr ausgewogen.
- Da auf einen Teil der Radiatoren verzichtet werden kann, ergeben sich weniger Stellflächenverluste an den Außenwänden.
- Die Beheizung der Nebenräume erfolgt alleine durch Radiatoren.

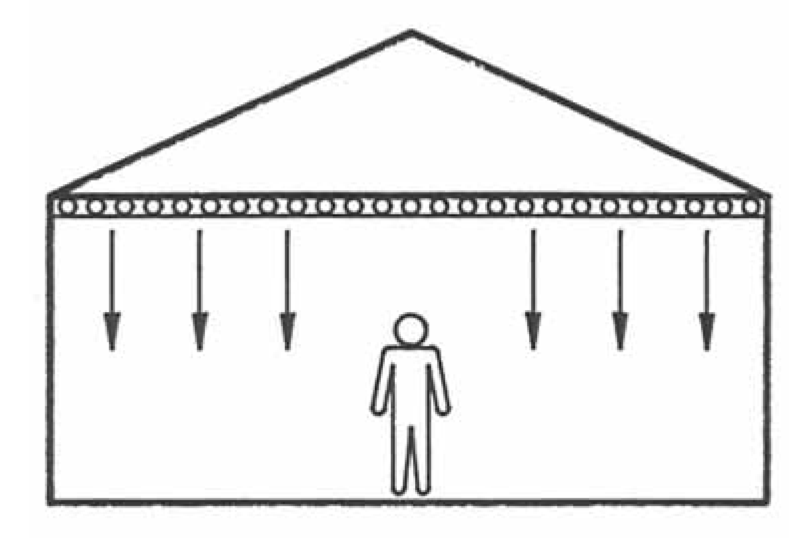
Nachteile:

- Die Installationskosten sind vergleichsweise hoch.
- Für den getrennten Betrieb von Lufterhitzern und Radiatoren ist ein Zwei-Kreis-System erforderlich.
- Die Ventilatoren der Lufterhitzer erfordern einen zusätzlichen Strombedarf.

Deckenstrahlungsheizung

Deckenstrahlungsheizungen sind plattenförmige Wärmeabgabesysteme, die flachliegend in einer Raumhöhe von ca. 3 Meter installiert werden.

Bild: Plattenheizung als Deckenstrahler



Vorteile:

- Die Plattenheizungen ergeben eine sehr gute Wärmeverteilung.
- Es ergibt sich nicht das Problem, dass Stellenflächen an den Außenwänden benötigt werden.
- Gut geeignet in größeren Hallen mit Raumhöhen von mehr als 3 Metern.
- Kein zusätzlicher Wärmeverlust über die Außenwände.

Nachteile:

- Höhere Installationskosten als bei Radiatoren an den Außenwänden.
- In kleineren Werkstatträumen nicht geeignet.

Lärmschutz

Lärm ist ein sehr wichtiger Aspekt bei der Genehmigung von neuen Betrieben oder Betriebsänderungen. Dabei muss vor Ort geprüft werden, inwieweit die geplante Zimmerei tatsächlich eine Wohnbebauung im Umfeld beeinträchtigt. Häufig ist es schwierig, eine korrekte Bewertung der von dem Betrieb ausgehenden Lärmbelastung vorzunehmen, da der umgebende **Verkehrslärm** stark zugenommen hat und häufig für die Hauptbelastung verantwortlich ist. Dabei wird der von einer Zimmerei ausgehende Lärm oft überschätzt.

In Einzelfällen wird es erforderlich sein, sich von einem Sachverständigen ein Lärmgutachten erstellen zu lassen, um die erwartende Lärmbelastung für die Anwohner bewerten zu können. Maßgeblich für diese Bewertung ist die **Technische Anleitung Lärm (TA-Lärm).** Sie gibt die wesentlichen Grenzwerte für die zulässige Lärmbelastung der Nachbarschaft vor.

Tabelle: Immissionsgrenzwerte nach TA-Lärm

Baugebiet	am Tage	in der Nacht*
Industriegebiet	70 dB(A)	70 dB(A)
Gewerbegebiet	65 dB(A)	50 dB(A)
Misch-, Kern- und Dorfgebiet	60 dB(A)	45 dB(A)
Allgemeine Wohngebiete	55 dB(A)	40 dB(A)
Reine Wohngebiete	50 dB(A)	35 dB(A)
Kurgebiete, Krankenhäuser, Pflegeanstalten	45 dB(A)	35 dB(A)

*als Nachzeit gilt die Zeit von 22:00 – 6:00 Uhr. In den Zeiträumen zwischen 6:00 – 7:00 Uhr und 20:00 – 22:00 Uhr wird für die Bewertung des gemessenen Lärmpegels ein Zuschlag von 6 dB(A) dazugezählt.

Weitere Informationen zur TA-Lärm können unter Rechtsgrundlagen > Immissionsschutz > Lärmschutz > TA-LärmRechtsgrundlagen nachgelesen werden.

Die genannten Grenzwerte beziehen sich auf die gesamte **Bezugszeit von 6:00 bis 22:00 Uhr**. Entscheidend für die Beurteilung des Lärms in der Nachbarschaft ist nicht der Geräuschpegel, der von einem Betrieb ausgeht (Emissionen), sondern der, der am nächstgelegenen Wohnhaus ankommt (Immissionen).

Für die Betriebsinhaber ist es sehr wichtig, regelmäßig die **Bebauungsplanung im Umfeld des Betriebes im Auge zu behalten**. Wenn in unmittelbarer Nachbarschaft Wohngebäude errichtet werden, können sich auch für den bestehenden Betrieb erhebliche Einschränkungen ergeben, wenn er nicht in der Planungsphase den Unternehmensbestand mit einbringt.

Wenn ein neues Wohngebiet in der Bauplanung veröffentlicht wird, sollte der Betrieb schnellstmöglich den Kontakt mit dem Fachverband oder der zuständigen Handwerkskammer suchen, um seine Rechte bei den kommunalen Entscheidungsgremien in ausreichendem Umfang geltend zu machen. Häufig ist es hilfreich, wenn benachbarte Unternehmen sich zusammentun, um den betrieblichen Standpunkt im Planungsprozess gemeinsam zu vertreten.

Werkstattbereich

Für den Bereich des Arbeitsschutzes sind die entsprechenden Vorgaben in der **Unfallverhütungsvorschrift "Lärm" (BGV B3)** geregelt. Hiernach soll der maximale Lärmpegel in Zimmereien bezogen auf eine Arbeitsschicht von 8 Stunden den Grenzwert von 85 **dB(A)** nicht überschreiten. Dieser Grenzwert ist inzwischen weltweit anerkannt. Lärmbelastungen über 85 dB (A) führen nachweislich zu Gesundheitsschäden.

Die folgende Tabelle verdeutlicht, welche Lärmeinwirkung einer 8-stündigen Belastung von 85 dB (A) entspricht:

Tabelle: Lärmbelastung 85 dB(A)

Lärmpegel	85 dB(A)	90 dB(A)	95 dB(A)	100 dB(A)	105 dB(A)
Einwirkzeit	8 Std.	2,5 Std.	48 Min.	15 Min.	5 Min.

Die lärmintensiven Maschinen einer Zimmereien sind die stationären Holzbearbeitungsmaschinen, z.B. Abricht- und Dickenhobelmaschine und die Handmaschinen Nagler und Bohrschrauber. Im Rahmen der Studie "Handwerk und Wohnen - Bessere Nachbarschaft durch technischen Wandel", herausgegeben vom Ministerium für Stadtentwicklung und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen wurden ein mittlerer Innenpegel in Holzverarbeitungsbetrieben von 85 dB(A) ermittelt. Dieser Wert geht zurück auf eine repräsentative Anzahl von Einzelmessungen. Dabei wurden unterschiedliche Betriebsgrößen und -zustände berücksichtigt. Die konkrete Belastung des Mitarbeiters vor Ort kann nur durch geeignete Messverfahren eines erfahrenen Ingenieurbüros genau bestimmt werden.



Die Aufstellung verdeutlicht, dass hohe Lärmbelastungen über 85 dB (A) sehr schnell die maximal zulässige Einwirkung für den Mitarbeiter erreichen. Deshalb gilt eindeutig,

- im **Maschinenraum** ist grundsätzlich ein Gehörschutz in Form von Kopfhörern oder Ohrstöpseln zu nutzen.
- im **Bankbereich** sollte ein Gehörschutz immer bei der Nutzung von Handmaschinen (außer Schrauber oder Bohrmaschine) getragen werden.

Diese Bereich sollten mit dem entsprechenden **Gefahrensymbol gekennzeichnet** und die Mitarbeiter im Umgang mit Gehörschutz unterwiesen worden sein.

Arbeiten am Bildschirm, die nicht nur der Programmauswahl oder Maschinenbedienung dienen, sollten in eigenen Büroräumen erfolgen. Hierfür gibt die Unfallverhütungsvorschrift "Lärm" einen Grenzwert von 70 dB (A) vor. Ein solcher Grenzwert ist in Fertigungsräumen nur sehr schwer einzuhalten, deshalb sollten Programmierungen oder Planungen im ruhigeren Büroumfeld erfolgen.

Schutzmaßnahmen

Schon bei der **Planung der Maschinenhalle** sollte der Lärmschutz unbedingt mit einbezogen werden. Schallharte Decken und Wände führen zu einer großen Halligkeit und verstärken damit die Lärmbelastung.

- Spezielle Lochbeschichtungen verhindern die Schallreflexion und verringern somit deutlich die Lautstärke. Die Unfallverhütungsvorschrift "Lärm" gibt vor, dass für die Decken und Wände ein mittlerer **Schallabsorptionsgrad von 0,3** erreicht werden muss!
- Bei bestehenden Räumen kann eine **abgehängte Decke** erwogen werden, um die Absaugleitungen oberhalb zu führen. Dadurch wird dieser Geräuschpegel aus dem Maschinenraum entfernt und die Schallschutz-Decke senkt deutlich den Maschinenlärm.
- Die Schallbelastung gilt es möglichst direkt an der Quelle zu minimieren. Deshalb sollte beim Kauf einer Maschine unbedingt der **Schallleistungspegel** mit erfragt werden. Nach dem Gerätesicherheitsgesetz ist der Hersteller zu dieser Auskunft verpflichtet. Der Schallleistungspegel gibt an, wie viel Schallenergie von der Maschine im Normalfall abgegeben wird. Dieser Kennwert ermöglicht einen direkten Vergleich, um die Maschine schallschutztechnisch optimieren zu können. Die Unterschiede zwischen einzelnen Maschinen sind oft erheblich!
- Bei einzelnen Maschinen besteht die Möglichkeit, die Lärmbelastungen durch den Einsatz spezieller Werkzeuge zu verringern. Hierbei wären vor allem zu nennen:
- **Kreissägeblätter** für Formatkreissägen
- **Hobelmesser** für Abrichten und Dickenhobelmaschinen
- Das **nachträgliche Dämmen** von Maschinen hat sich am ehesten bei Hobelmaschinen als sinnvoll erwiesen. Diese sind oft schon älteren Datums und konstruktiv noch vollständig in Ordnung, weisen aber oft einen sehr hohen Lärmpegel auf.
- Der **Bankbereich** sollte möglichst räumlich vom Maschinenbereich **getrennt** werden. Dies verringert die Lärmbelastung der Mitarbeiter in diesem Bereich erheblich und trägt zur besseren Konzentration bei der Arbeit bei. Allerdings tritt dann die Lärmbeschallung durch Radiogeräte deutlicher in den Vordergrund.
- Das Abtrennen des **Kompressors in einen eigenen Raum** senkt die Lärmbelastung deutlich. Idealerweise würde man einen solchen Raum auch mit flach gelegten Hochblockziegeln auskleiden, sodass die Öffnungen in den Raum ragen. Diese Wandkonstruktion wird oft auch an Lärmschutzwänden entlang der Autobahn verwendet.
- Entsprechend können auch **Lärmschutzwände** zu Nachbargrundstücken konzipiert werden. Sie sollen die Lärmübertragung einschränken, aber gleichzeitig die Schallreflexion vermeiden.
- Vergleichbares gilt auch für die **Absauganlage**. Hierfür ist heute Standard, dass der Ventilator schalldämmend gelagert und die Rohranschlüsse schallhemmend ausgeführt werden, um die Maschinenvibrationen nicht zu übertragen.
- Bei unmittelbarer Wohnbebauung in der Nachbarschaft sollten grundsätzlich keine Zuschnitte im Freien erfolgen, bzw. Fenster und Türen des Maschinenbereichs bei laufenden Maschinen unbedingt geschlossen bleiben.
- Für Arbeitsplätze an Maschinen oder zur Arbeitsvorbereitung kann es sinnvoll sein, **Schallschirme** aufzustellen. Diese verringern die direkte Schalleinwirkung an der Maschine und verbessern die Arbeitsbedingungen deutlich. Ihre Wirksamkeit ist aber davon abhängig, dass die **Decke nicht schallhart** ausgeführt ist und den Schall durch entsprechende Reflexion über den Schallschirm weiterleitet!
- **Tore und Fenster** können im Einzelfall auch in besonders schallhemmender Ausführung eingesetzt werden, um die Schallübertragung zum Nachbargrundstück bei laufenden Maschinen deutlich zu verringern.

Persönlicher Gehörschutz

Sofern Lärmbelastungen von **mehr als 85 dB (A)** nicht zu vermeiden sind, ist der Arbeitgeber verpflichtet, den Mitarbeitern ausreichend **Gehörschutz zur Verfügung** zu stellen und diese im korrekten Umgang damit zu unterweisen.

In der Praxis werden dafür meistens Kopfhörer oder Ohrstöpsel eingesetzt. Das Tragen der Schutzausrüstung ist durchaus eine Belastung für die Mitarbeiter, sodass man bei der Auswahl der konkreten Produkte den **Tragekomfort** nicht außer Acht lassen sollte.

Inzwischen ist es auch möglich, einen ganz auf den Träger bezogenen **individuellen Gehörschutz** zu konzipieren. Dieser wird ansprechend den anatomischen Bedingungen des Trägers erstellt und ermöglicht es, dass die Lärmdämpfung individuell reguliert werden kann.

Bild: maßgeschneiderter Gehörschutz



Brandschutz

Baulicher Brandschutz

Baulicherseits muss der Brandschutz für die **Bereiche**

- Absauganlage
- Heizung
- Silo, Bunker
- Lacklager
- Spritzraum

gesondert geplant werden. Diese Bereiche sind **feuerbeständig** von den übrigen Betriebsbereichen abzutrennen. Ihre sicherheitstechnische Ausstattung wird in den entsprechenden Bereichen näher erläutert. Hinweise zum Brandschutzrecht finden sich im Bereich Rechtsgrundlagen > Sonstiges Umweltrecht > Brandschutz, Hinweise zur praktischen Umsetzung im Bereich Wichtig für alle Branchen > Sonstiges > Brandschutz. In Abstimmung mit dem Bauamt und der zuständigen Feuerwehr werden im Rahmen der Bauplanung zudem festgelegt:

- Erfordernis der Abgrenzung von Brandabschnitten zur Abschottung der Brände im Gebäude
- Brandschutztüren und -tore
- Anzahl und Lage der Fluchttüren
- Notwendigkeit von Rauchabzugsklappen
- Brandmeldeeinrichtungen

Brandschutztechnische Grundausstattung

Feuerlöscher

Zur brandschutztechnischen Grundausstattung gehört eine ausreichende Anzahl von Feuerlöscheinrichtungen. Diese ist abhängig von der Gefährdungseinschätzung des jeweiligen Raumes und dessen Größe.

1. **Heizraum und Spritzraum** sollten jeweils mit mindestens einem großen Feuerlöscher ausgestattet werden.
2. **Werkstatt- und Lagerräume** werden zumeist mit einer hohen Brandgefährdung eingestuft. Pro 100 m² sind ca. 9 Löscheinheiten einzuplanen. Dies entspricht einem mittleren Feuerlöscher.
3. **Büro- und Ausstellungsräume** werden zumeist als gering oder mittel gefährdet eingestuft. Hier sollte wenigstens ein Feuerlöscher pro Raum verfügbar sein.

Teilweise werden auch Wandhydranten für größere Hallen vorgesehen. Diese werden jedoch maximal wie zwei mittlere Feuerlöscher gewertet, da sie im Bedarfsfall meist nicht eingesetzt werden.

Die genaue Anzahl der Feuerlöscher wird mit der **zuständigen Feuerwehr abgestimmt**. Die Abnahme der Einrichtung durch die Feuerwehr sollte sich der Betriebsinhaber **schriftlich bestätigen** lassen. Damit kann er im Brandfall den ausreichenden vorbeugenden Brandschutz dokumentieren!

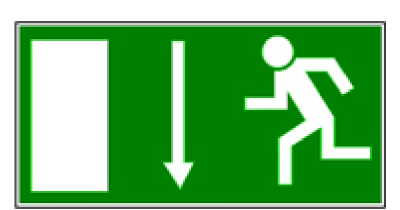
Kennzeichnung

Im Rahmen des vorbeugenden Brandschutzes sind folgende Einrichtungen zu kennzeichnen:



Feuerlöscher

Im direkten Umfeld des Feuerlöscher ist eine Kennzeichnung an der Wand anzubringen, damit jederzeit erkennbar ist, wo ein Feuerlöscher vorhanden ist. Dies ist insbesondere dort wichtig, wo sich der Feuerlöscher in einem Schrank befindet oder nicht direkt vom Raum aus erkennbar ist.



Fluchtwege

Über allen Fluchttüren ist nebenstehende Kennzeichnung anzubringen. Diese leuchtet bei plötzlicher Dunkelheit nach und erleichtert im Brandfall, dass die betroffenen Mitarbeiter schnell die richtigen Ausgänge finden.

Es ist regelmäßig darauf zu achten, dass die **Fluchttüren nicht zugestellt** werden!

Sofern sich der Betrieb über mehrere Etagen erstreckt, ist der **Fluchtweg zum Treppenabgang** zusätzlich zu kennzeichnen.

Brandmeldeplan

Den Mitarbeitern ist an geeigneten Stellen ein Brandmeldeplan entsprechend den Vorgaben der DIN 14 096 auszuhängen. Der Brandmeldeplan sollte folgende **Punkte** enthalten:

- Rauchen verboten!
- Fluchttüren freihalten!
- Im Alarmfall Ruhe bewahren
- Telefonnummer der Feuerwehr
- Wer ruft an?
  Was ist passiert?
  Wo ist es passiert?
- Hinweise zum Löschversuchen:
  - Feuerlöscher benutzen
  - elektrischer Hauptschalter schließen
  - Körperbrände mit der Löschdecke ersticken
- In Sicherheit bringen
  - gefährdete Personen warnen
  - Türen und Fenster schließen
  - Anfahrwege für die Feuerwehr freihalten

Insgesamt ist es zu empfehlen, alle 2 - 3 Jahre mit der **Feuerwehr eine Brandschutzübung** durchzuführen, um ähnlich wie bei der Ersten Hilfe sicherzustellen, dass die Beschäftigten einen entstehenden Brandherd rechtzeitig und richtig bekämpfen.

Baustelle

Vorbeugender Brandschutz liegt nicht nur im wirtschaftlichen Interesse jedes Unternehmers, sondern ist auch vom Gesetzgeber vorgeschrieben. Das gilt insbesondere bei größeren Bau- oder Renovierungsmaßnahmen.

In dieser nicht alltäglichen Situation können **herumliegende Baumaterialien, Farbkanister und Elektrokabel in Verbindung mit offenem Feuer oder bei Schweißarbeiten** eher als sonst einen Brand verursachen. Dabei trägt der Unternehmer die Verantwortung dafür, dass bei einem Bauvorhaben in seinem Betrieb auch **Feuerlöscher in ausreichender Zahl vorhanden** sind.

Vor dem eigentlichen Baubeginn sollte danach eine Absicherung der Baustelle beziehungsweise des von Reparaturarbeiten betroffenen Gebäudeteils erfolgen, um die umliegenden Bereiche nicht zu gefährden. **Abfälle und Bauschutt sind regelmäßig zu entsorgen,** um einem potenziellen Brandherd nicht auch noch zusätzliches Brennmaterial zu liefern. Und auch die Flucht- und Rettungswege dürfen durch Baumaßnahmen nicht beeinträchtigt werden. Gegebenenfalls sind sie während der Bauphase zu verlegen.

Kommt es dennoch zu einem Brand, sollte ein funktionstüchtiger Feuerlöscher schnell zur Hand sein. **Im Ernstfall muss der Feuerlöscher von jedem der Mitarbeiter vor Ort bedient werden können**. Daher sind diese zuvor mit der Handhabung vertraut zu machen.

Darüber hinaus sollte auch dann, wenn der Brandherd gelöscht werden konnte - was in der Entstehungsphase fast immer gelingt - **die Feuerwehr gerufen werden, um ein Wiederaufflammen des Brandherdes auszuschließen**.

Baustelle



Einen wesentlichen Teil seiner Arbeitszeit verbringt der Zimmerer auf der Baustelle. Die Situation am Bau ist geprägt durch größten Preisdruck. Darunter leiden sicherheitstechnische und umweltbezogene Anforderungen, die für die Gesundheit der Mitarbeiter wie auch für die Qualität und Lebensdauer des Bauwerks von enormer Wichtigkeit sind.

Im Vergleich zu anderen Wirtschaftszweigen sind Beschäftigte im Baubereich einem besonders hohen Unfall- und Gesundheitsrisiko ausgesetzt. Die Unfallquote liegt mehr als doppelt so hoch wie im Durchschnitt der gewerblichen Wirtschaft. Folgende **Gefahrensituationen** sind besonders herauszustellen:

- Ständig mit dem Baufortschritt **ändernde Arbeitsbedingungen**
- Hohe **Absturz- und Stolpergefahren**
- Besondere Einwirkung durch **Staub** und andere Gefahrstoffe
- Hohe **körperliche Belastung** beim Transport von Bauteilen und Baumaterialien
- Erhebliche **Lärmeinwirkung**
- Besondere Belastung durch die **Witterungseinflüsse**
- Starker **Termindruck**
- **Mangelnde Kooperation** zwischen den Baubeteiligten

Europaweite Untersuchungen haben ergeben, dass die Unfälle am Bau zu etwa je einem Drittel auf Planungsfehler, mangelnde Organisation und Fehler bei der Bauausführung zurückzuführen sind.

Auch bezogen auf **umweltrelevante Kriterien** ergeben sich typische Schwierigkeiten:

- Die anfallenden **Abfallstoffe** insbesondere bei Sanierungsmaßnahmen müssen ordnungsgemäß erfasst und verwertet werden.
- Bei **asbest- und holzschutzmittelbelasteten Bauten** sind besondere Maßnahmen zur Minimierung der Umweltauswirkungen zu treffen.
- Sicherstellung einer **ausreichenden Luftdichtheit** der Gebäudehülle.
- **Hoher Energieverbrauch** durch schlecht abgestimmte Transportvorgänge und Maschinen- und Anlagennutzungen.
- **Mangelhafte Verträglichkeit** von Baumaterialien untereinander.

Deshalb kommt der überbetrieblichen Zusammenarbeit auf der Baustelle eine besondere Bedeutung zu. Nur durch eine **abgestimmte Bauplanung und gute Kooperation** zwischen den Beteiligten können die Unfallrisiken minimiert und die Anforderungen an ein qualitativ hochwertiges Bauwerk mit langer Lebensdauer erfüllt werden.

Baustellenverordnung

Vor dem Hintergrund des hohen Unfall- und Gesundheitsrisikos bei Bauarbeiten wurde zur Verbesserung der Arbeitssicherheit die Baustellenverordnung erlassen. Sie baut auf den Grundlagen des Arbeitsschutzgesetzes auf und **konkretisiert die organisatorischen Maßnahmen zur Sicherstellung eines ausreichenden Gesundheits- und Arbeitsschutzes** auf Baustellen.

Als Veranlasser trägt der Bauherr die Verantwortung für das Bauvorhaben. Er ist verpflichtet, die **allgemeinen Grundsätze des Arbeitsschutzes** bei der Planung und Ausführung seines Bauvorhabens zu berücksichtigen:

1. Die Arbeit ist so zu gestalten, dass eine Gefährdung für Leben und Gesundheit möglichst vermieden und die verbleibende Gefährdung möglichst gering gehalten wird;
2. Gefahren sind an ihrer Quelle zu bekämpfen;
3. bei den Maßnahmen sind der Stand von Technik, Arbeitsmedizin und Hygiene sowie sonstige gesicherte arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse zu berücksichtigen;
4. Maßnahmen sind mit dem Ziel zu planen, Technik, Arbeitsorganisation, sonstige Arbeitsbedingungen, soziale Beziehungen und den Einfluss der Umwelt auf den Arbeitsplatz sachgerecht zu verknüpfen;
5. individuelle Schutzmaßnahmen sind nachrangig zu anderen Maßnahmen zu ergreifen;

Je nach Umfang des Bauvorhabens ergeben sich aus der Baustellenverordnung folgende **Grundpflichten**:

- **Vorankündigung** größerer Bauvorhaben bei der zuständigen Baubehörde
- Bestellung eines **Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordinators**, wenn Beschäftigte mehrerer Arbeitgeber auf der Baustelle tätig werden.
- Erarbeiten eines **Sicherheits- und Gesundheitsschutzplans** bei größeren Baustellen und besonders gefährlichen Arbeiten
- Erstellen einer **Unterlage** für spätere Arbeiten am Bauwerk

Der Bauherr bzw. sein Koordinator sind nicht für die Umsetzung der Arbeitsschutzbestimmungen bei der Durchführung der einzelnen Arbeiten zuständig. Dies liegt in der Verantwortung des ausführenden Unternehmens. Der Bauherr muss aber die **allgemeinen Risiken des Arbeitsschutzes ermitteln**, die sich aus dem spezifischen Bauvorhaben ergeben und **für eine ausreichende Koordination der Beteiligten sorgen**, damit diese Risiken durch geeignete Maßnahmen minimiert werden (z.B. Absturzsicherung, Gerüst ...).

Vorankündigung

Unter folgenden **Voraussetzungen** ist der Bauherr verpflichtet, der Baubehörde spätestens zwei Wochen vor Errichtung einer Baustelle eine Vorankündigung zu übermitteln:

- Dauer der Arbeiten mehr als 30 Arbeitstage und mit mehr als 20 Beschäftigten gleichzeitig oder
- Der Gesamtumfang der Bauarbeiten ist größer als 500 **Personentage**.

Die Vorankündigung ist sichtbar auf der Baustelle auszuhängen. Sie **umfasst folgende Punkte**:

1. Bezeichnung der Baustelle
2. Name und Anschrift des Bauherrn
3. Art des Bauvorhabens
4. Anschrift des Baukoordinators (sofern erforderlich)
5. Beginn und Ende der Arbeiten
6. Voraussichtliche Höchstzahl der gleichzeitig Beschäftigten auf der Baustelle
7. Voraussichtliche Zahl der Unternehmer ohne Beschäftigte
8. Übersicht der beteiligten Betriebe

In der Regel ist davon auszugehen, dass für ein **Einfamilienhaus keine Vorankündigung erforderlich** ist.

Bestellung eines Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordinators

Wenn auf einer Baustelle Beschäftigte mehrerer Arbeitgeber tätig sind, muss ein Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordinator (SiGeKo) bestellt werden. Der SiGeKo muss **folgende Voraussetzungen** mitbringen:

1. Kenntnisse und Erfahrungen im Baufach und zum Arbeitsschutz im Baubereich
2. Spezielle Fortbildung im Bereich der Baustellenkoordination

Diese Eignung kann im Zuge der Berufsqualifikation zum Architekt, Meister oder Ingenieur in Verbindung mit einer zusätzlichen Fachkraftausbildung für Arbeitssicherheit erworben werden. Die erforderlichen Kenntnisse und Fähigkeiten hängen von der Art und dem Umfang des Bauvorhabens ab. Bei größeren Vorhaben wird es erforderlich sein, mehrere Koordinatoren mit der Aufgabe zu betrauen. Der Koordinator sollte schriftlich vom Bauherrn bestellt werden. Seine **wesentlichen Aufgaben** können wie folgt beschrieben werden:

Planungsphase

- Analyse der Planung auf Sicherheitsrisiken und Gesundheitsschutzaspekte
- Planen von Lösungsmöglichkeiten
- Ggf. Erarbeiten eines Sicherheits- und Gesundheitsplans
- Zusammenstellung einer Unterlage mit Angaben zum Sicherheits- und Gesundheitsschutz für spätere Arbeiten an dem Bauwerk

Ausführungsphase

- Erläutern aller geplanten Maßnahmen zur Sicherstellung eines ausreichenden Arbeits- und Gesundheitsschutzes gegenüber den beteiligten Auftragnehmern und deren Nachunternehmen
- Abgleichen der im Sicherheits- und Gesundheitsschutzplan ausgearbeiteten Maßnahmen mit der Verfahrensweise der ausführenden Unternehmen
- Klären von Zuständigkeiten für die einzelnen Maßnahmen
- Organisation der Zusammenarbeit der Unternehmen im Bezug auf den Arbeits -und Unfallschutz durch Baubesprechungen und Baubegehungen.

Für die Verantwortung eines SiGeKo ist es erforderlich, dass er von der Planungsphase bis zur Fertigstellung die Baustelle betreuen und koordinieren kann. Insofern **sind Zimmerleute in der Regel davon nicht betroffen.** Sofern ein Zimmereibetrieb aber "schlüsselfertige" Umbauten und Holzhäuser anbietet und diese gemeinsam mit entsprechenden Kooperationspartnern umsetzt, wäre er auch für die erforderliche Koordination der Beteiligten im Bezug auf den Arbeits- und Gesundheitsschutz verantwortlich.

Weitere Information zum Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordinator können als **Unterlage RAB 30 von den Internetseiten der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA)** heruntergeladen werden.

Sicherheits- und Gesundheitsschutzplan

Für die Erstellung eines Sicherheits- und Gesundheitsschutzplans (SiGe-Plan) müssen folgende beiden **Voraussetzungen** erfüllt sein:

1. Es sind Mitarbeiter mehrer Unternehmen auf der Baustelle tätig, sodass ein Koordinator bestellt werden muss.
2. Es muss eine der folgenden Bedingungen erfüllt sein:
   - Es handelt sich um ein größeres Bauvorhaben, für das eine Vorankündigung erforderlich ist
   - Es werden besonders gefährliche Arbeiten auf der Baustelle ausgeführt.

Als **besonders gefährliche Arbeiten** gelten:

1. Arbeiten, bei denen die Beschäftigten der Gefahr des Versinkens, des Verschüttetwerdens in Baugruben oder in Gräben mit einer Tiefe von mehr als 5 m oder des Absturzes aus einer Höhe von mehr als 7 m ausgesetzt sind,
2. Arbeiten, bei denen die Beschäftigten explosionsgefährlichen, hochentzündlichen, krebserzeugenden (Kategorie 1 oder 2), erbgutverändernden, fortpflanzungsgefährdenden oder sehr giftigen Stoffen und Zubereitungen im Sinne der Gefahrstoffverordnung oder biologischen Arbeitsstoffen der Risikogruppen 3 und 4, ausgesetzt sind
3. Arbeiten mit ionisierenden Strahlungen, welche die Festlegung von Kontroll- oder Überwachungsbereichen im Sinne der Strahlenschutz- sowie der Röntgenverordnung erfordern,
4. Arbeiten in einem geringeren Abstand als 5 m von Hochspannungsleitungen,
5. Arbeiten, bei denen die unmittelbare Gefahr des Ertrinkens besteht,
6. Brunnenbau, unterirdische Erdarbeiten und Tunnelbau,
7. Arbeiten mit Tauchgeräten,
8. Arbeiten in Druckluft,
9. Arbeiten, bei denen Sprengstoff oder Sprengschnüre eingesetzt werden,
10. Aufbau oder Abbau von Massivbauelementen mit mehr als 10 t Einzelgewicht.

Für die Zimmerer dürften am ehesten die Punkte 1 und 2 relevant sein. Die Absturzgefahr ist praktisch bei jedem Bauvorhaben gegeben. Der Umgang mit gefährlichen Stoffen kommt insbesondere bei Sanierungs- und Abbrucharbeiten häufig vor.

Der SiGe-Plan orientiert sich an den Tätigkeiten des Bauablaufplans und ist in der Praxis darin integriert. Zu jedem Bauabschnitt muss der **Verweis auf die erforderlichen Sicherheitsmaßnahmen** eingearbeitet werden. Diese können sein:

- Montagepläne und -anweisungen
- Erforderliche technische Gerätschaften und Schutzkonstruktionen
- Besondere Kennzeichnungs- und Dokumentationspflichten
- Persönliche Schutzausrüstungen

Weitere Information zur Umsetzung des Sicherheits- -und Gesundheitsplans können als **Unterlage RAB 31 von den Internetseiten der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA)** heruntergeladen werden.

Unterlage für spätere Arbeiten

Sofern für ein Bauvorhaben ein Koordinator erforderlich ist, muss eine Unterlage von ihm erarbeitet werden, um bei späteren Arbeiten an dem Bauwerk alle erforderlichen Informationen zur Sicherheit und zum Gesundheitsschutz verfügbar zu haben.

Die **Unterlage sollte folgende Punkte enthalten:**

- Bestandsaufnahme und Ermittlung der zu erwartenden späteren Arbeiten sowie deren Häufigkeit bezogen auf die einzelnen Bauteile
- Gefährdungsbeurteilung und erforderliche sicherheitstechnische Einrichtungen (z.B. Hubarbeitsbühne)
- Verweis zu Plänen und Positionen des entsprechenden Leistungsverzeichnisses

Die **Bau-Berufsgenossenschaften haben einen Leitfaden zur Erstellung der Unterlage entwickelt**, der über das Internet bezogen werden kann.

Nach Beendigung des Bauvorhabens wird die Unterlage dem Bauherrn übergeben. Er erhält dadurch alle erforderlichen Informationen um auch später bei Reparaturen, Sanierungen oder Umbauten die erforderlichen sicherheitsrelevanten Vorkehrungen treffen zu können.

Ladungssicherung

Ein hoher Anteil der Arbeitsunfälle findet bei Wegeunfällen statt. Für die Ladungssicherung ist der Mitarbeiter zuständig, der das Fahrzeug belädt. Aber auch auf der Fahrt hat sich der Fahrer bei längeren Fahrten regelmäßig davon zu überzeugen, dass die Ladung sicher verstaut ist.

Das Beladen von größeren Fahrzeugen und LKWs erfolgt idealerweise über eine Rampe. Um den Übergang zum Fahrzeug möglichst sicher zu gestalten, empfiehlt sich der **Einsatz von Ladebrücken**, die rutschhemmend ausgeführt sind.

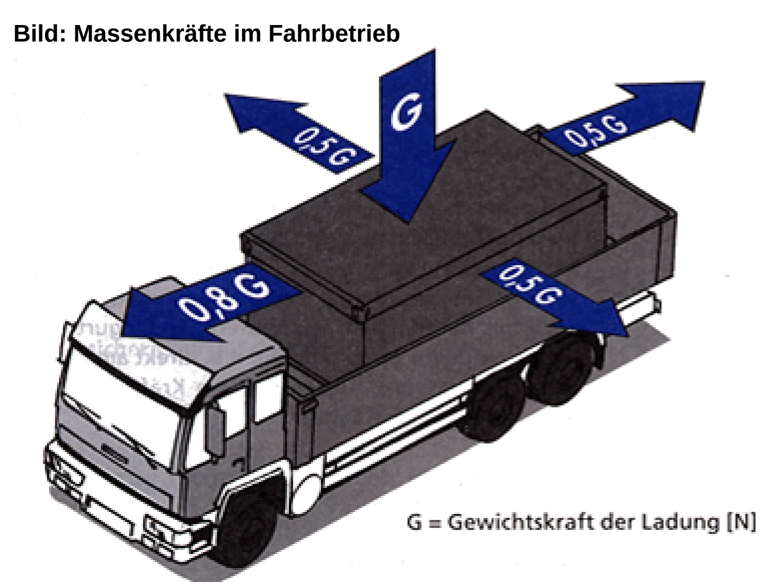
Bild: Ladebrücke für das Beladen von der Rampe



Quelle: Holz-BG, BGI 725, Ausgabe 4/2001

Die Kräfte, die beim Fahren - insbesondere in Kurven - auf die Ladung wirken, werden häufig unterschätzt. Die folgende Grafik verdeutlicht die Größenordnung der **auftretenden Massenkräfte**:

Bild: Massenkräfte im Fahrbetrieb



Quelle: DVR, Gesagt - Getan, 1999

Bei Kurvenfahrten zieht die Fliehkraft nach außen. 50 % des Ladungsgewichts muss die Sicherung aufnehmen. Beim Bremsen sind es schon 80 %. **Es ist ein gefährlicher Irrtum zu glauben, dass schwere Ladung "selbstliegend" ist und deshalb nicht ins Rutschen kommt.** Ein 50 kg schwerer Karton mit Metallteilen schießt ebenso wie ein Karton mit 6 kg Styropor über die Ladefläche, wenn er erst einmal ins Rutschen gekommen ist.

Für das Beladen und Sichern sind folgende Punkte zu beachten:

- **Bauelemente immer einzeln befestigen**, damit die Oberflächen während der Fahrt nicht gegeneinander verrutschen.
- Die **Ladefläche gleichmäßig belasten**. Die Hauptlast sollte möglichst auf der Längsmittellinie des Fahrzeugs liegen.
- Maximale Nutzlast des Fahrzeugs beachten (zul. Gesamtgewicht minus Leergewicht). **Keine Überladungen!**
- **Spanngurte und flexible Bänder** können häufig einfacher gehandhabt werden. Eine mit Seilen befestigte Ladung kann sich eher wieder lockern.
- Auch **Werkzeugkisten** und sonstige Transportbehälter sind zu **sichern**.

Bild: Mit Spanngurten niedergezurrtes Schnittholz



Quelle: Bau-BG, Der Fliehkraft entgegen - Ladungssicherung am Bau, 1998

Beim **Überstehen von Ladungsteilen** ist wie folgt vorzugehen:

nach vorne	Nach vorn darf die Ladung **grundsätzlich nicht überstehen**!
seitlich	Einschließlich Ladung darf die **Gesamtbreite 2,50 m nicht überschreiten**. Ragt die Ladung um mehr als 40 cm über die Bordkante hinaus, ist sie mit einer Leuchte zu kennzeichnen.
nach hinten	bis zu einer Entfernung von 100 km darf der **Überstand nach hinten 3,00 m** betragen. Bei längeren Strecken ist dieser auf max. 1,50 m begrenzt. Ragt das äußere Ende der Ladung mehr als 1 m über die Rückstrahler hinaus, ist es wie folgt zu kennzeichnen: • hellrote, 30 x 30 cm große Fahne mit Querstange • hellrotes 30 x 30 cm großes Schild • hellroter Zylinder 30 cm hoch, 35 cm Durchmesser

Bild: Kennzeichnung der Ladung bei mehr 1,00 m Überstand



Quelle: DVR, Geladen und gesichert, 1999

Leitern

Leitern werden für die Montage in ungünstigen Arbeitshöhen benötigt. Damit ist eine sehr hohe Unfallgefahr verbunden. Gewichtsverlagerungen führen häufig zu Abstürzen, vor allem wenn die Leiter keinen ausreichenden Stand aufweist.

Gefährdungsstufe 1: Es besteht ein hohes Verletzungsrisiko bei der Benutzung von Leitern, insbesondere für Tätigkeiten, bei denen Gegenstände wie Werkstücke, Montageteile oder Werkzeuge transportiert oder in den Händen gehalten werden.

Das **Risiko auf einer Leiter zu verunglücken, ist fünfmal höher als beim Arbeiten an der Kreissäge**. Für die Unfälle sind kaum fehlerhafte Leitern, sondern stets sorgloses Verhalten ursächlich.

Für den Benutzer von Leitern muss eine **Betriebsanleitung** aufgestellt und an der Leiter deutlich erkennbar und dauerhaft angebracht sein. Sie muss Angaben enthalten bezüglich:

- standsichere Aufstellung
- zulässiger Aufrichtwinkel
- zulässige Belastung
- Aufrichten und Neigen der Leiter
- Verhalten bei Störungen

Alle Leitern sind regelmäßig auf ihren ordnungsgemäßen Zustand zu überprüfen. Dafür ist es sinnvoll, die Leitern eindeutig zu kennzeichnen. Unabhängig davon sollten die Beschäftigten die Leitern bei jedem neuen Einsatz auf Eignung und Beschaffenheit kontrollieren.

Anlegeleitern

Beim Anlegen einer Anlegeleiter sollte auf die **richtige Neigung** geachtet werden (65 - 75 °). Dies kann mit dem Ellenbogen gut kontrolliert werden.

Bild: Kontrolle der Schräge mit dem Ellenbogen



Quelle: Holz-BG, Unterweisung über sicheres Arbeiten auf Leitern, Stand 4/98

Beim Ausstieg sollte die Anlegeleiter **mindestens 1 m über die obere Anlegekante hinausragen**.

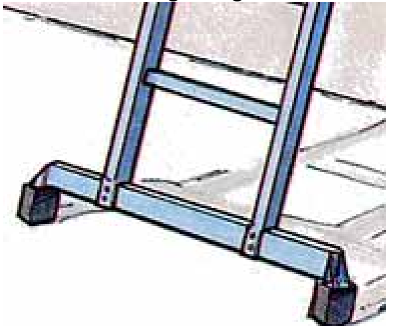
Bild: Hinausragen der Anlegeleiter



Quelle: Holz-BG, Unterweisung über sicheres Arbeiten auf Leitern, Stand 4/98

Damit Anlegeleitern nicht nach unten wegrutschen können, sollten sie von einem zweiten Mitarbeiter festgehalten oder anderweitig gesichert werden.

Bild: Sicherungsmöglichkeit durch Fußverbreiterung



Quelle: Bau-BG, Zimmerer- und Holzbauarbeiten, 10/2002

Untersuchungen haben ergeben, dass es **häufig zu Unfällen kommt**, auch wenn ein zweiter Mann die Sicherung übernimmt. Dies ist dadurch zu erklären, dass **der zweite Mann dem Sichern zu wenig Aufmerksamkeit widmet** und der auf der Leiter Stehende sich im guten Glauben an die Sicherung in riskante Positionen wagt.

Die **maximale Arbeitshöhe** von Anlegeleitern darf **7,00 m** nicht übersteigen.

Das Gewicht von mitzuführenden Werkzeugen und Materialien darf 10 kg nicht übersteigen. Plattengrößen über 1 m² dürfen ebenfalls nicht auf Leitern transportiert werden. Hier passieren beim Hantieren die meisten Unfälle.

Stehleitern

Stehleitern ermöglichen einen sichereren Stand als Anlegeleitern, da vier Fußpunkte zur Lagesicherung zur Verfügung stehen.

Stehleitern sollten aber nicht als Anlegeleitern benutzt werden, dafür sind sie nicht geeignet.

In Treppenhäusern oder bei ungünstigen Bodenverhältnissen sollten **Leitern mit Niveauausgleich** zum Einsatz kommen.



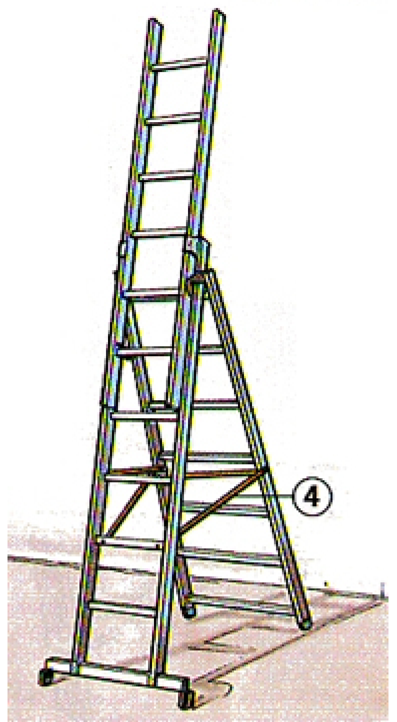
Bild: Stehleiter mit Niveauausgleich



Quelle: Holz-BG, BGI 725, Ausgabe 4/2001

Stehleitern sind bis zu einer Arbeitshöhe von 2,00 m sinnvoll einsetzbar. Darüber hinaus sollten **Arbeitsbühnen oder Fahrgerüste** zum Einsatz kommen. **Mehrteilige Stehleitern** erweitern die Einsatzmöglichkeiten. Sie sind aber **erst zu betreten, wenn die Spreizsicherung wirksam ist**.

Bild: Mehrteilige Stehleiter mit Spreizsicherung



Quelle: Bau-BG, Zimmerer- und Holzbauarbeiten, 10/2002

Gerüste

Für Holzbauarbeiten müssen Arbeitsplätze so eingerichtet und beschaffen sein, dass sie entsprechend

- der Art der baulichen Anlage
- den wechselnden Bauzuständen
- den Witterungsverhältnissen und
- den jeweils auszuführenden Arbeiten

ein sicheres Arbeiten gewährleisten.

Das trifft auch auf andere Baugewerke zu wie Maurer, Dachdecker und Putzer. Gerade bei Umbaumaßnahmen **ist es wichtig, gemeinsam mit dem Bauherrn das Problem "Gerüst" frühestmöglich abzuklären.** Es muss klar sein, wer das Gerüst stellt.

Entsprechend der folgenden Tabelle sind die **Arbeitsplätze** abhängig von der Dachneigung und Art der Tätigkeit einzurichten:

Tabelle: Arbeitsplätze auf dem Dach

Ort/ Art der Tätigkeit	Dachneigung		
	weniger als 20 °	zwischen 20 und 45 °	zwischen 45 und 60 °
Dachlatten	▪ keine Anforderungen	▪ keine Anforderungen	▪ keine Anforderungen
Schalung	▪ keine Anforderungen	▪ Standlatten min. 40/60 mm Querschnitt	▪ Dachdecker-Auflegeleiter ▪ Dachdeckerstuhl ▪ Standlatten min. 40/60 mm Querschnitt
Dachdeckungen	▪ keine Anforderungen	▪ Dachdecker-Auflegeleiter ▪ Dachdeckerstuhl ▪ Standlatten min. 40/60 mm Querschnitt	▪ Dachdecker-Auflegeleiter ▪ Dachdeckerstuhl
Dachabdichtung	▪ keine Anforderungen	▪ Dachdecker-Auflegeleiter ▪ Dachdeckerstuhl ▪ Fanggerüst	▪ Dachdecker-Auflegeleiter ▪ Dachdeckerstuhl ▪ Fanggerüst
Dachrinnen	▪ Fanggerüst ▪ Fahrgerüst	▪ Fanggerüst ▪ Fahrgerüst	▪ Fanggerüst ▪ Fahrgerüst
Abbrucharbeiten	▪ keine Anforderungen	▪ Dachdecker-Auflegeleiter ▪ Dachdeckerstuhl	▪ Dachdecker-Auflegeleiter ▪ Dachdeckerstuhl

Quelle: In Anlehnung an die BGR 214 Zimmererarbeiten der Bau-BG, April 2000

Bild: Dachdeckerstuhl und Dachdecker-Auflegeleiter



Quelle: www.vmbg.de

Die Arbeitsplätze müssen so eingerichtet werden, dass die Arbeiten so weit wie möglich ohne Absturzgefahren durchgeführt werden können. Als **Absturzsicherungen** kommen in Abhängigkeit von der Dachneigung und der Art der Tätigkeit folgende Lösungen in Frage:

Tabelle: Absturzsicherungen nach Dachneigung und Tätigkeit

	Inspektionsarbeiten	**kurzzeitige Holzbauarbeiten (bis zu 2 Personentage)**	**Holzbauarbeiten**
Dachneigung kleiner 20 ° - Dachrand	▪ Facharbeiter Zimmerer	▪ Anseilsicherung	▪ Seitenschutz ▪ Fanggerüst
Dachneigung kleiner 20 °-Dachmitte	▪ Facharbeiter Zimmerer ▪ Anseilsicherung	▪ Absperrung 2 m vom Rand	▪ Absperrung 2 m vom Rand ▪ bei mehr als 5 m Absturzhöhe Fanggerüst
Dachneigung 20 – 60 °	▪ Facharbeiter Zimmerer ▪ Anseilsicherung	▪ Anseilsicherung	▪ Dachfanggerüst ▪ bei mehr als 5 m Absturzhöhe Fanggerüst
Ortgang	▪ Facharbeiter Zimmerer ▪ Anseilsicherung	▪ Anseilsicherung	▪ Seitenschutz ▪ Fanggerüst ▪ Ortgangsicherung
Pultdachabschluss	▪ Facharbeiter Zimmerer ▪ Anseilsicherung	▪ Anseilsicherung	▪ Seitenschutz ▪ Fanggerüst

Quelle: In Anlehnung an die BGR 214 Zimmererarbeiten der Bau-BG, April 2000

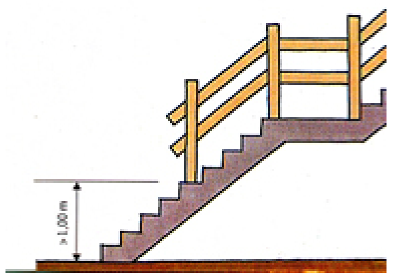
Nicht umsonst ist der Gerüstbau ein eigenes Berufsbild. Der Zimmerer wird in der Regel nicht komplette Gerüste aufbauen, sondern kleine Fahr- oder Fanggerüste einsetzen und bei Bedarf einen ausreichenden Seitenschutz sicherstellen.

Seitenschutz

Ein ausreichender Seitenschutz ist unter folgenden Gegebenheiten erforderlich:

- freiliegende Treppenläufe und Treppenabsätze, Wandöffnungen sowie Bedienungsstände für Maschinen und deren Zugänge bei mehr als 1,0 m Absturzhöhe
- Arbeitsplätze und Verkehrswege auf Dächern bei mehr als 3,00 m Absturzhöhe,
- Öffnungen in Böden, Decken und Dachflächen größer 9,00 m² und Kantenlänge größer 3,00 m sowie Vertiefungen.

Bild: Seitenschutz an Treppenläufen



Quelle: Bau-BG, Zimmerer- und Holzbauarbeiten, C8, 10/2002

Auf Seitenschutz bzw. Absperrungen kann nur verzichtet werden, wenn sie aus arbeitstechnischen Gründen nicht möglich und stattdessen Auffangeinrichtungen (Fanggerüste/ Dachfanggerüste/ Auffangnetze/ Schutzwände) vorhanden sind. Nur wenn auch Auffangeinrichtungen unzweckmäßig sind, darf ein Anseilschutz verwendet werden.

Bei **Öffnungen mit weniger als 9,00 m² und** Kantenlängen kleiner 3,00 m und Vertiefungen kann auf einen Seitenschutz an der Absturzkante verzichtet werden, wenn die Öffnungen mit begehbaren und unverschiebbar angebrachten Abdeckungen versehen sind.

Die möglichen **Abstände der Bordbretter eines Seitenschutzes** gehen aus der folgenden Skizze hervor:

Bild: Maximale Abstände der Bordbretter

≤0,47 m
≤0,47 m
≥ 0,15 m
1,00 m ±0,05 m

Quelle: Bau-BG, Zimmerer- und Holzbauarbeiten, C8, 10/2002

Geländer- und Zwischenholm sind gegen unbeabsichtigtes Lösen, das Bordbrett gegen Kippen zu sichern. Ohne statischen Nachweis dürfen als Geländer- und Zwischenholm verwendet werden:

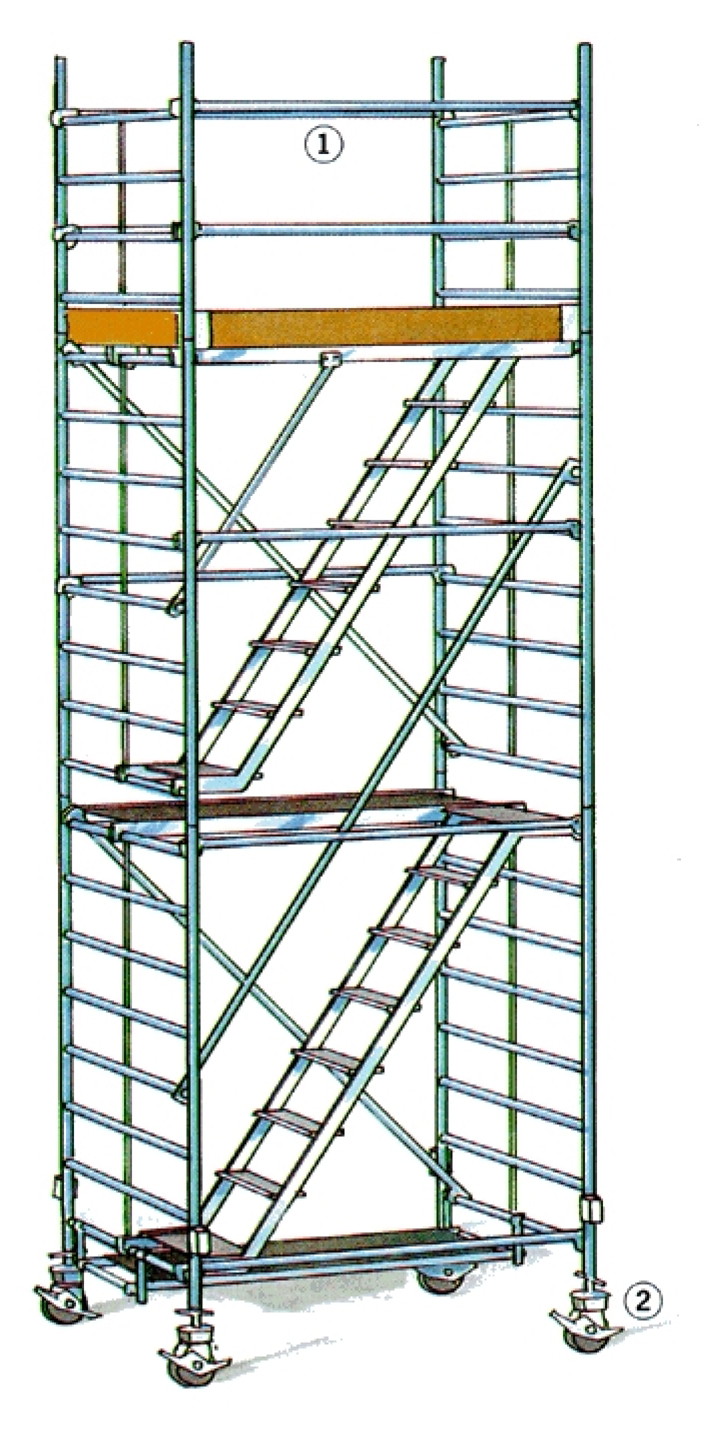
- bei einem Pfostenabstand bis 2,00 m Gerüstbretter mit Mindestquerschnitt 15 x 3 cm
- bei einem Pfostenabstand bis 3,00 m
  Gerüstbretter mit Mindestquerschnitt 20 x 4 cm oder
  Stahlrohre Ø 48,3 x 3,2 mm bzw.
  Aluminiumrohre Ø 48,3 x 4 mm.

Bordbretter müssen den Belag um mindestens 10 cm überragen. Ihre Mindestdicke beträgt 3 cm.

Fahrgerüste

An fahrbaren Arbeitsbühnen muss ab **mehr als 2,00 m Belaghöhe** ein **dreiteiliger Seitenschutz** vorhanden sein (Nr. 1 im nachfolgenden Bild). Die Fahrrollen müssen unverlierbar befestigt sein und nach dem Verfahren durch Bremshebel festgesetzt werden (Nr. 2).

Bild: Bestandteile Fahrgerüst



Quelle: Bau-BG, Zimmerer- und Holzbauarbeiten, C8, 10/2002

Die **maximale Belaghöhe** darf bei fahrbaren Arbeitsbühnen

- in Gebäuden bis 12,00 m Höhe,
- außerhalb von Gebäuden bis 8,00 m Höhe betragen.

Fanggerüste

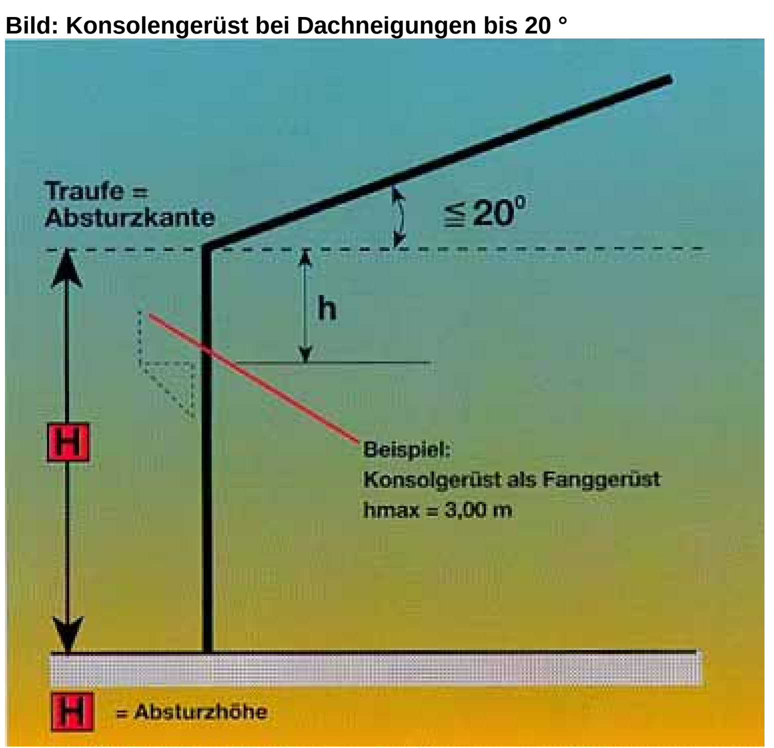
Ab einer Abstürzhöhe von 3,00 m sind besondere Sicherungseinrichtungen erforderlich. Diese müssen entsprechend der Dachneigung unterschiedlich ausgestaltet werden.

Dachneigung bis zu 20 °

Geeignet sind:

- Seitenschutz an der Absturzkante
- Konsolengerüste mit einer Mindestbelagbreite von 60 cm
- Auffangnetze mit einer Maschenbreite von max. 10 cm

Bild: Konsolengerüst bei Dachneigungen bis 20 °



Quelle: Absturzsicherung auf Dächern und Traggerüsten, Bau-BG, 1998

Dächer mit einer Neigung zwischen 20 und 45 °

Hier kommen überwiegend Dachfanggerüste zum Einsatz. Der **max. Höhenunterschied** zwischen der Traufe und dem Gerüstbelag darf 1,50 m nicht überschreiten, die **Mindestbelagbreite** beträgt 60 cm.

Schutzwände von Dachgerüsten aus tragfähigen Netzen dürfen eine **Maschenweite** von max. 10 cm aufweisen.

Bild: Gestaltung von Dachfanggerüsten bei Dachneigungen zwischen 20 ° und 45 °

Quelle: Absturzsicherung auf Dächern und Traggerüsten, Bau-BG, 1998

Dächer mit einer Neigung zwischen 45 ° und 60 °

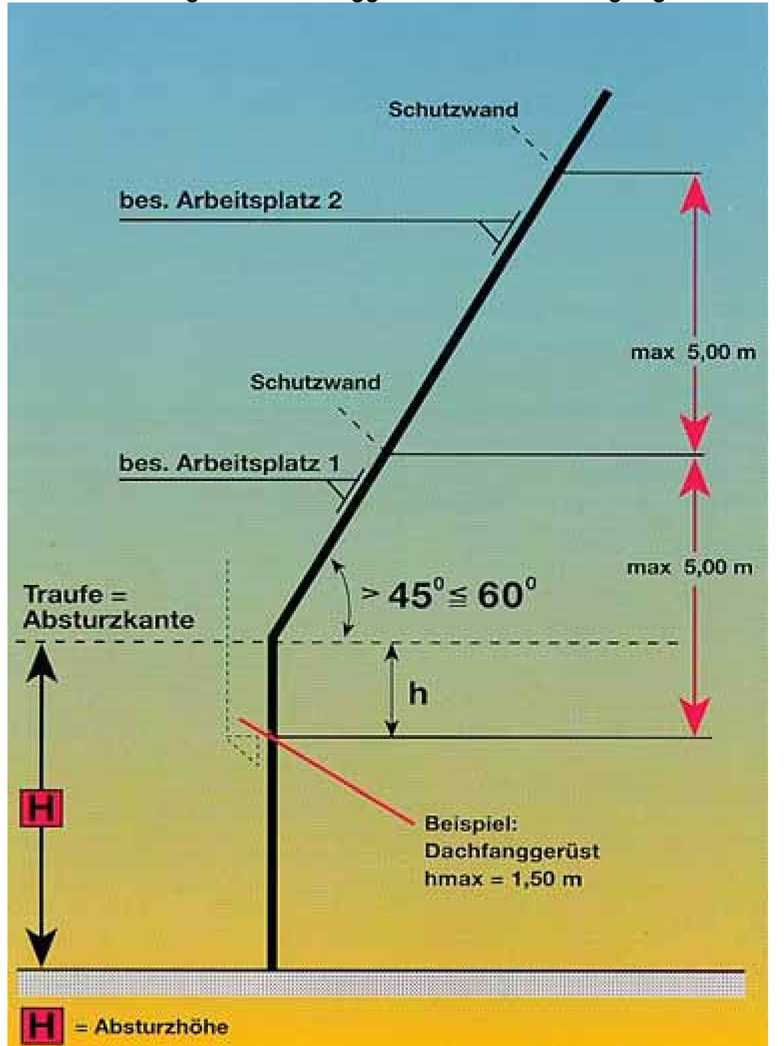
Der **senkrechte Abstand zwischen dem Arbeitsplatz und dem Fußpunkt der Schutzwand** darf nicht mehr als 5,00 m betragen.

Die **Schutzwandhalter** dürfen nur auf Sparren mit einem Mindestquerschnitt von 6/10 cm befestigt werden.

Die **Schutzwände** müssen die zu sichernden Arbeitsplätze seitlich um mindestens 1,00 m überragen.

Für die Schutzwand nur Netze mit einer **Maschenweite** von max. 10 cm einsetzen.

Bild: Ausbildung von Dachfanggerüsten bei Dachneigungen zwischen 45 ° und 60 °



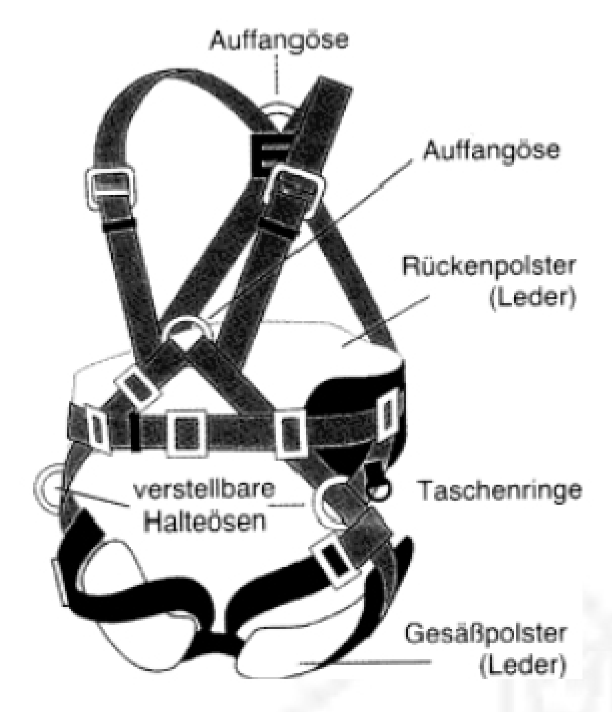
Quelle: Absturzsicherung auf Dächern und Traggerüsten, Bau-BG, 1998

Absturzsicherung

Ab einer Absturzhöhe von 2,00 m muss bei fehlender Brüstung entweder ein Gerüst vorhanden sein oder der Mitarbeiter muss sich mit einem **Anseilgurt** absichern.

Dabei sind **nur CE-gekennzeichnete Ausrüstungen einzusetzen.** Die Auffanggurte sind mit einer hinteren und/oder vorderen Fangöse ausgestattet. Je nachdem wo sich der Anschlagpunkte in Bezug auf die zu sichernde Person befindet, kann somit immer der optimale Anseilpunkt gewählt werden.

Bild: Anseilgurt

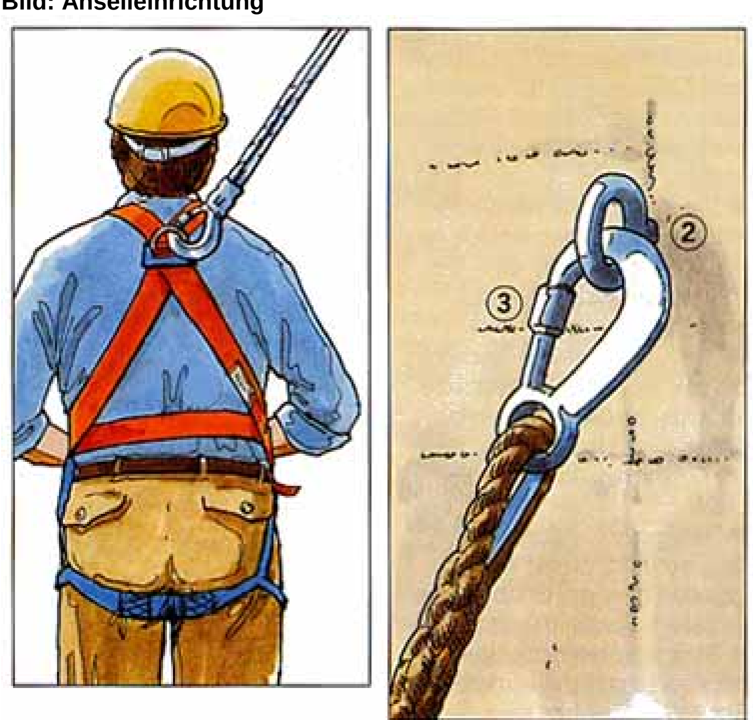


Quelle: BGR 198, Persönliche Schutzausrüstung Baustelle, Bild Nr. 9, Oktober 2004

Persönliche Schutzausrüstungen gegen Absturz sind **jährlich durch einen Sachkundigen** auf einwandfreien Zustand hin zu kontrollieren.

Das Sicherungsseil kann an tragfähigen Bauteilen möglichst mit Anschlageinrichtungen (Nr. 2 im nächsten Bild) befestigt werden. Dabei sind nur **Karabiner** zu verwenden, **die zugeschraubt werden können** (Nr. 3).

Bild: Anseileinrichtung

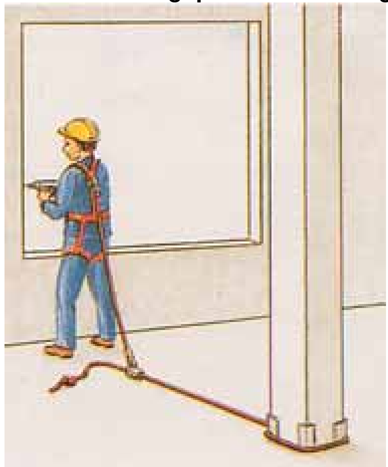


Quelle: Bau-BG, Zimmerer- und Holzbauarbeiten, 11/2002

Die Verbindungsmittel und **Seile nicht über scharfe Kanten beanspruchen**. Verlängerungen und Knoten unbedingt vermeiden!

Das folgende Bild zeigt eine Möglichkeit, wie man im **Rohbau einen Anseilgurt sichern** kann. Neben Stützen und Pfeilern können auch Türtraversen oder zugelassene Schraubanker verwendet werden.

Bild: Sicherungspunkt für Anseilgurte



Quelle: Holz-BG, BGI 725, Ausgabe 4/2001

Auf einen Anseilschutz darf verzichtet werden, wenn Arbeiten ausgeführt werden, deren Umfang den erforderlichen Sicherungsaufwand nicht rechtfertigen. Dazu zählen:

- **Inspektionsarbeiten auf Dachflächen** mit weniger 20 ° oder auf stärker geneigten Dachflächen, wenn Betretungseinrichtungen auf dem Dach vorhanden sind.
- **Aufrichten von Dachstühlen** und Aufbringen von Schalung, Lattung sowie Unterspannbahnen, wenn
  - als Standfläche waagrechte Holzkonstruktionen genutzt werden und
  - der Absturz über die Gebäudeaußenkante verhindert wird.
- **Montage der Dachhaut und deren tragenden Bauteilen im Hallenbau**, wenn
  - die Absturzhöhe an der Verlegekante nicht mehr als 5,00 m beträgt und
  - der Absturz über die Gebäudeaußenkante verhindert wird.

Derartige Arbeiten sind **nur durch erfahrene Zimmererfachkräfte** auszuführen, die nach der Vorsorgeuntersuchung "Arbeiten mit Absturzgefahr" **arbeitsmedizinisch untersucht worden sind**. Diese risikoreichen Arbeiten sind so kurz wie möglich zu halten!

Dächflächen dürfen generell nur als Arbeitsplätze genutzt werden, wenn der Nachweis der **Durchsturzsicherheit** erbracht wurde. Ein gelattetes Dach gilt nur dann als tragfähige Unterlage für eine Dachdeckung, wenn folgende Werte eingehalten werden:

Tabelle: Mindestquerschnitte zur Sicherstellung der Durchsturzsicherheit von Dachlatten

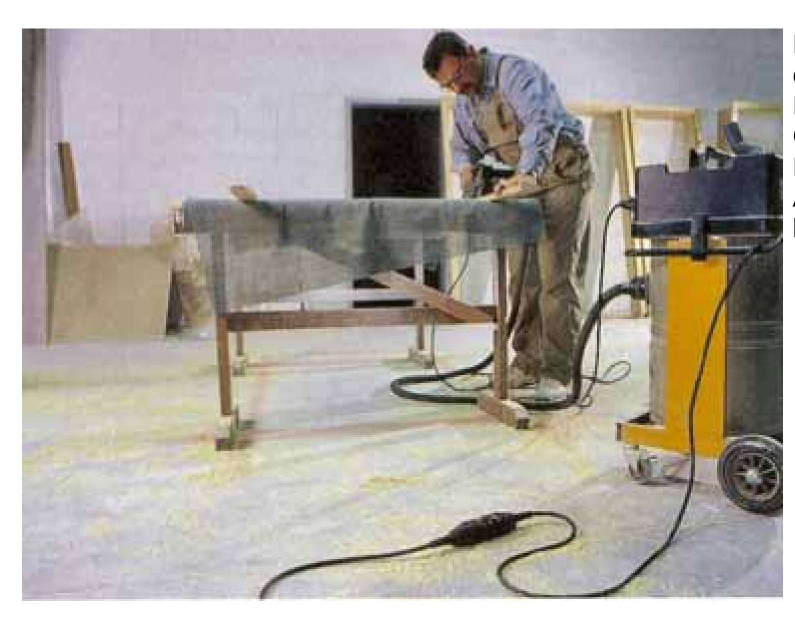
Sortierklasse nach DIN 4074	Nennquerschnitt Dachlatten	Sparrenachsmaß
S 13	24/48 mm	kleiner 70 cm
S 13	24/60 mm	kleiner 80 cm
S 10	30/50 mm	kleiner 80 cm
S 10	40/60 mm	kleiner 100 cm

Nachweis entsprechend den Vorgaben der DIN 1052, mikado 11/2002, S. 54

Die in der VOB Teil C genannten **DIN 18334 "Zimmerer- und Holzbauarbeiten" definiert deshalb entsprechend den Mindestquerschnitt für Dachlatten mit 30/50 mm**. Dieser darf bei einem Dachsparrenabstand von max. 80 cm nicht unterschritten werden. Die Dachlatten müssen auf allen Sparren befestigt werden.

Häufig wird allerdings die Sortierung bei den Dachlatten nicht ausgewiesen, da der **Baustoffhandel diese als "Latten" verkauft**, die den Sortiervorgaben der DIN 4074 nicht entsprechen.

Elektrische Betriebsmittel



Die Arbeit auf der Baustelle mit elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln weist erhebliche Gefährdungen auf. Schadhafte Betriebsmittel, Mängel an den Anlagen oder falscher Umgang können zu Unfällen führen.

Stromverteiler

Bei größeren Baustellen wird der Strom über einen Stromverteiler zur Verfügung gestellt. Er muss von einer Elektrofachkraft eingerichtet werden.

Bild: Stromverteiler



Quelle: Zimmerer- und Holzbauarbeiten, Bau-BG, C 10, 10/2002

Bei kleineren Baustellen ist in der Regel ein solcher Einspeisepunkt nicht vorhanden. **Auf keinen Fall dürfen die Steckdosen der Hausinstallation ohne Zusatzschutz verwendet werden.** Hier sind **zusätzliche Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen** erforderlich mit einem Bemessungsdifferenzstrom von weniger als 30 mA. Diese gibt es für Wechsel- und Drehstrom.

Bild: Schutzverteiler für wechselnde Einsatzstellen



Quelle: Mikado, 9/2004, S. 18

Elektrische Leitungen

Als bewegliche Leitungen sind Gummischlauchleitungen mit folgender **Kennzeichnung** zu verwenden:

bis 4 Meter Länge	H 05 XX-F
größer als 4 Meter Länge	H 07 XX-F

Die **Zeichen haben dabei folgende Bedeutung**:

H	europaweit harmonisierte Norm
05 bzw. 07	zulässige Nennspannung
XX	Kurzeichen der verwendeten Isoliermaterialien. Diese können aus PVC, Gummi oder Polychloropren bestehen.
-F	feindrähtig für flexible Verlegung

Die erforderliche **Schutzart muss den Anforderungen IP 54** entsprechen. Das bedeutet, dass die Steckvorrichtungen der Mehrfachverteiler und Kabeltrommeln durch einen Klapp-/Federdeckel abgedeckt sein müssen.

Bei Drehstorm-Steckern an Betriebsmitteln für wechselnde Einsatzstellen empfiehlt es sich, zur Umkehr der Drehrichtung so genannte **CEE-Umschaltstecker (Phasenwenderstecker) zu verwenden**.

Symbole

Schalter, Steckvorrichtungen und Leuchten müssen mindestens **spritzwassergeschützt** ausgeführt sein. Größere Leuchten müssen sogar strahlwassergeschützt sein. Die Gehäuse von Geräten, Steckvorrichtungen und Leuchten müssen sich hinsichtlich ihrer mechanischen Festigkeit für erschwerte Bedingungen eignen (Zeichen "**Für rauhen Betrieb**"). Die folgende Liste gibt eine Übersicht, über die verwendeten Symbole und deren Bedeutung auf elektrischen Betriebsmitteln:

Bild: Symbole auf elektrischen Betriebsmitteln



Quelle: Zimmerer- und Holzbauarbeiten, Bau-BG, C 10, 10/2002

Wartung und Kontrolle

Der Benutzer ist verpflichtet, ortsveränderliche elektrische Betriebsmittel vor jedem Einsatz auf augenfällige Mängel zu kontrollieren.

Alle **6 Monate** sollten die Baustellenmaschinen, Leitungen und Kabeltrommeln durch eine **Elektrofachkraft auf ihren ordnungsgemäßen Zustand überprüft** werden. Wenn einzelne Betriebsmittel intensiver und regelmäßiger genutzt werden, sollte das Prüfintervall entsprechend reduziert werden.

Kranarbeiten



Die Montage von Holzbauteilen erfordert häufig den Einsatz eines Krans. Da erhebliche Lasten bewegt werden ist die Unfallgefahr entsprechend hoch. Diese Arbeiten erfordern sichere Betriebsmittel, abgestimmte Vorsichtsmaßnahmen und qualifizierte Mitarbeiter, die im Umgang mit den Betriebseinrichtungen entsprechend geschult sind.

Mehrtägige Einführungsschulungen werden teilweise von Lieferanten der Krananlagen durchgeführt. Häufig ist es sinnvoll, sich je nach Baustellenbedarf einen Kran samt Kranführer zu mieten, denn die Vielfalt der Anforderungen vor Ort erschweren den Einsatz eines eigenen Krans.

Zur Vorbereitung auf die Montage mit dem Kran sollten folgende Punkte beachtet werden:

- **Gewicht der Last** und deren **Schwerpunkt** ermitteln
- **Prüfen der ausreichenden Tragfähigkeit** der Anschlagmittel und der Lastaufnahme.
- darauf **abgestimmte Anschlagmittel** und ausreichenden Kantenschutz bereitlegen
- **Anschlagmittel kontrollieren**, ob sie unbeschädigt sind.
- **Unterleghölzer** und Keile an der Abladestelle bereitlegen

Für den eigentlichen Krantransport ergeben sich folgende Checkpunkte:

- **Kranhaken senkrecht über den Schwerpunkt** der Last fahren.
- Anschlagen der Last, nicht benutzte Stränge hochhängen; Anschlagmittel von außen fassen, halten und dabei langsam straffen.
- Beim **probeweisen Anheben prüfen**, ob
  - die Last sich verhakt hat oder festsitzt
  - die Last in Waage ist bzw. richtig hängt und
  - alle Stränge gleichmäßig tragen
- Schiefhängende Lasten wieder ablassen und neu befestigen.
- Verlassen des Gefahrbereiches, Warnung unbeteiligter Personen im Transport- und Ablagebereich.
- **Zeichen an den Kranführen gibt nur eine einzige Person!**

- Beim Transport von sperrigen Teilen und bei Windbelastung **Leitseile** einsetzen.
- Absetzen der Last nach Anweisung des Anschlägers. Die **Last gegen Umstürzen und Auseinanderfallen sichern**.
- Entfernen der Anschlagmittel von der Last, deren Haken in den Aufhängring hochhängen.
- Beim Anheben der unbenutzten Anschlagmittel auf **Freigehen der Last** achten.

Die **Lasten im Schnürgang anschlagen**. Das Anschlagen im Hängegang ist nur bei großstückigen Lasten zulässig, wenn ein Zusammenrutschen der Anschlagmittel und eine Verlagerung der Last nicht möglich ist. Hebebänder müssen für das Anschlagen im Schnürgang verstärkte Endschlaufen aufweisen.

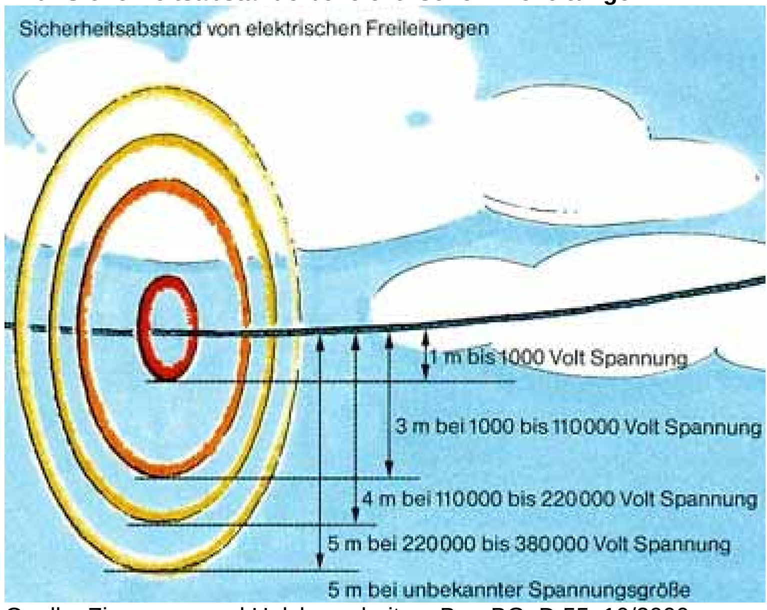
Bild: Lastführung im Schnürgang



Quelle: Zimmerer- und Holzbauarbeiten, Bau-BG, D 36, 10/2000

Bei der Montage immer einen **ausreichenden Sicherheitsabstand zu elektrischen Freileitungen einhalten**. Die erforderlichen Abstände werden in der folgenden Grafik näher erläutert:

Bild: Sicherheitsabstände bei elektrischen Freileitungen



Quelle: Zimmerer- und Holzbauarbeiten, Bau-BG, D 55, 10/2000

Anschlagmittel

Folgende Anschlagmittel kommen im Zimmererbetrieb vor:

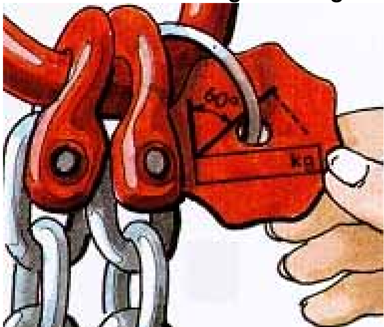
Stahlseile	für Lasten mit glatten, öligen oder rutschigen Oberflächen sowie Hakenseile für die Verbindung zwischen dem Kranhaken und den Ösen des Ladegutes.
Ketten	für Lasten mit rutschigen Oberflächen sowie scharfkantige Träger, Brammen und Profile. Hakenketten dienen zur Verbindung des Kranhakens mit den Ösen der Last.
Hebebänder und Hebeschlingen	für Lasten mit besonders empfindlicher Oberfläche, wie z.B. fertig behandelte Sparren und Pfetten.
Natur- und Chemiefaserseile	für Lasten mit empfindlicher Oberfläche und für relativ leichte Lasten wie z.B. Rohre und Teile mit druckempfindlicher Oberfläche.

Nicht geeignet sind

- Seile, Hebebänder und Hebeschlingen für das Anheben von scharfkantigen Bauteilen
- Ketten für Lasten mit glatten oder rutschigen Oberflächen

Alle Anschlagmittel müssen mit der **Tragfähigkeit für den max. Neigungswinkel von 60 ° gekennzeichnet** sein! Nicht über die zulässige Belastung hinaus beanspruchen!

Bild: Kennzeichnung der Tragfähigkeit



Quelle: Zimmerer- und Holzbauarbeiten, Bau-BG, D 36, 10/2000

Grundsätzlich **nur Sicherheitshaken verwenden**, die selbstständig schließen. Aufgezogene Haken sofort aussortieren!

Bild: Sicherheitshaken

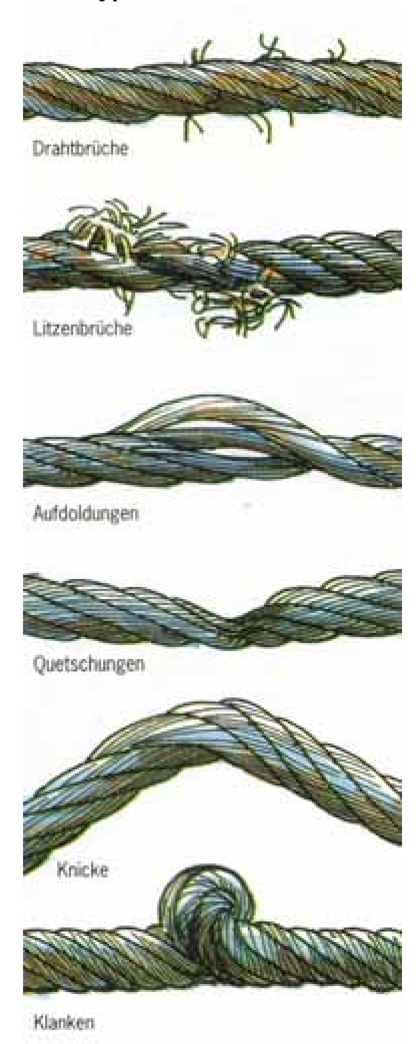


Quelle: Zimmerer- und Holzbauarbeiten, Bau-BG, D 36, 10/2000

Alle Anschlagmittel sind **mindestens einmal jährlich** von einem **Sachkundigen** zu **prüfen**!

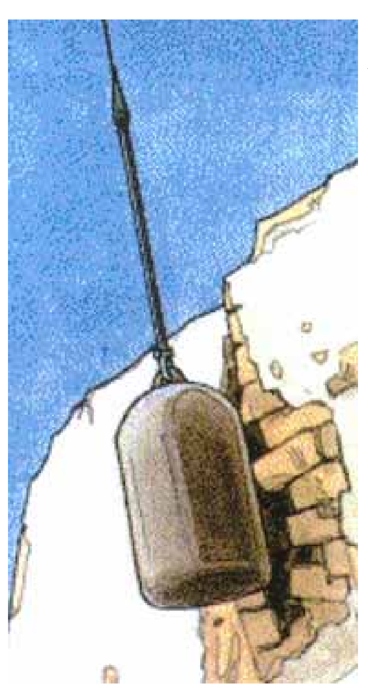
Seile mit Schäden sofort aussortieren und nicht mehr verwenden.

Bild: Typische Schäden an Seilen



Quelle: Zimmerer- und Holzbauarbeiten, Bau-BG, D 36, 10/2000

Abbrucharbeiten



Abbrucharbeiten dürfen nur von erfahrenen und fachlich geeigneten Personen ausgeführt werden. Die damit beauftragten Unternehmen müssen über besondere Gerätschaften und Einrichtungen verfügen. Da mit jedem Abbruch auch erhebliche Umwelt- und Unfallgefahren einhergehen, sind Abbrucharbeiten ausführlich zu planen.

Die **Planung muss berücksichtigen**:

- Art, Umfang und Reihenfolge der Arbeiten
- Abbruchmethode
- Art und Anzahl der einzusetzenden Geräte und Maschinen
- erforderliche Hilfskonstruktionen und Gerüste
- Absturzsicherungen
- Berücksichtigung möglicher Auswirkungen auf angrenzende Gebäude
- Schutzmaßnahmen gegen auftretende Gefahrstoffe
- Brandgefahren durch Baumaterialien, Farbkanister und Elektrokabel in Verbindung mit offenem Feuer oder bei Schweißarbeiten
- Trennung und Aufbereitung der Baustoffe für eine geordnete Entsorgung

Bei Abbrucharbeiten im Zimmererhandwerk ergeben sich **besondere Gefahren** durch den Umgang mit

Asbesthaltigen Produkten

Mineralfaserprodukte

Mineralische Stäube

Sanierung von Asbestzementplatten

Im **eingebauten Zustand gehen von Asbestzementplatten in der Regel keine Gefahren** aus. Werden die Asbestzementplatten aber angebohrt, zerschlagen oder gereinigt, können erhebliche Fasermengen freigesetzt werden. **Reinigen, abbürsten und schleifen dieser Platten ist deshalb verboten**!

Für Sanierungsarbeiten von Asbestzementprodukten sind die Mitarbeiter durch eine **Betriebsanweisung** im Umgang mit der erforderlichen Schutzausrüstung zu schulen. Jugendliche dürfen auch für Ausbildungszwecke nicht damit beschäftigt werden.

Wichtig ist, dass **die Sanierungsarbeiten mit anderen Gewerken abgestimmt werden**. Der betroffene Arbeitsbereich muss soweit wie möglich durch Folien dicht abgegrenzt und **mit Warnschildern einzudeutig gekennzeichnet werden**.

Bild: Warnhinweis Asbestarbeiten



Quelle: Zimmerer- und Holzbauarbeiten, Bau-BG, D 37, 10/2002

Die Handhabung von asbesthaltigen Stoffen und deren Entsorgung ist im Detail in der **TRGS 519** genau geregelt. Jeder Umgang mit Asbestzementprodukten muss der **Aufsichtsbehörde und der Berufsgenossenschaft schriftlich angezeigt** werden. Für die Demontage ist ein **Arbeitsplan** aufzustellen, der alle Aspekte des Arbeits- und Umweltschutzes berücksichtigt:

- Technische und persönliche Schutzmaßnahmen
- Dekontamination der Beschäftigung
- Abfallbehandlung und Entsorgung.

Zum letzteren Punkt können weitere Hinweise im Bereich Zimmerer > Abfallentsorgung > Baustellenabfälle > Dämmstoffe/Asbest nachgelesen werden.

Die Sanierung von großen, mit schwachgebundenem Asbest belasteten Gebäuden sollte von Sanierungsfirmen durchgeführt werden, die sich aufgrund der hohen gesetzlichen Anforderungen an Personal und Gerät auf derartige Arbeiten spezialisiert haben. Arbeiten an Asbestzementprodukten in geringerem Umfang können jedoch von typischen Zimmereibetrieben durchgeführt werden.

Der Betrieb muss jedoch über **mindestens einen speziell für den Umgang mit Asbest geschulten Mitarbeiter** verfügen, der als Aufsichtsführender ständig auf der Baustelle vor Ort sein muss. Der Nachweis der Sachkunde wird durch die erfolgreiche Teilnahme an einem anerkannten Sachkundelehrgang erbracht, der z.B. in Biberach angeboten wird.

Arbeiten geringen Umfangs liegen vor, wenn die anfallende Arbeit von max. 2 Personen in einer Zeit von weniger als 4 Stunden durchgeführt werden kann und dabei eine Asbestzfaserkonzentration von 150.000 Fasern/m³ nicht überschritten wird. Dazu zählen z.B. folgende Arbeiten:

- Entfernen von Dichtungen, z.B. bei Gasbrennern oder an Türen
- Demontage kleiner asbesthaltiger Heizkessel
- Entfernen von Asbestpappen unter Fensterbänken
- Anbohren von Asbestzementfassaden und -rohren
- Auswechseln von Asbestzementplatten und -rohren
- Entfernen von Bodenblatten aus Vinyl-Asbest

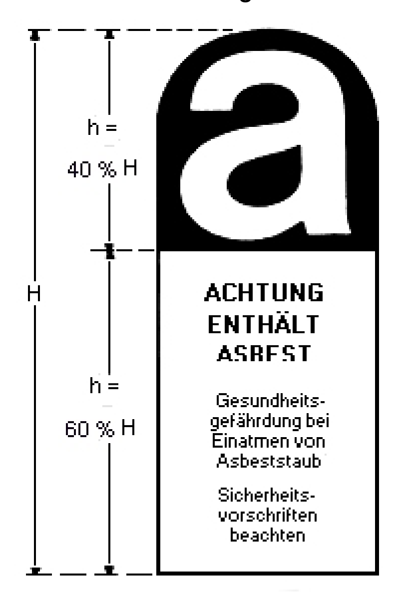
Unbeschichtete Asbestzementprodukte sind beim Abtragen, Ausbauen und Beseitigen an der Oberfläche feucht zu halten. Das Wasser kann wie Regenwasser abgeleitet werden. **Beschichtete Produkte** dürfen in trockenem Zustand ausgebaut werden, soweit die Beschichtung nicht großflächig abgewittert ist.

Bei Arbeiten auf Wellplattendächern lastverteilende **Laufstege benutzten** - Einsturzgefahr!

Befestigungen sorgfältig lösen. Bauteile möglichst zerstörungsfrei ausbauen und nicht aus Überdeckungen oder über Kanten ziehen. Wenn Asbestplatten oder -rohre nicht zerstörungsfrei ausgebaut werden können, müssen sie unter Einsatz von Sprühmitteln aufgesägt werden.

Befestigungsmittel, Bruch- und Kleinteile, Dichtungsschnüre usw. in Behältern sammeln und diese entsprechend kennzeichnen.

Bild: Kennzeichnung Asbestabfälle



Unmittelbar nach dem Entfernen der Asbestzementprodukte sind **die durch asbesthaltigen Staub verunreinigten Flächen** der Unterkonstruktion, z.B. Latten, Sparrren, Pfetten, Schalung, durch **feuchtes Abwischen oder Absaugen** mit einem geprüften Staubsauger zu reinigen. Ein solcher Staubsauger muss der Verwendungskategorie K 1 in Kombination mit einem vorgeschalteten C-Filter entsprechen. Wie alle anderen elektrischen Betriebsmittel auf Baustellen müssen sie der **Schutzart IP 54** genügen.

Bei Arbeiten an Außenwandbekleidungen aus Asbestzementprodukten sind **geeignete Planen oder Folien zum Auffangen** und Sammeln von herabfallenden Bruchteilen auszulegen.

Asbestabfälle nicht zerkleinern sondern als komplette Platten entweder in reißfesten Kunststoffsäcken, Big-Bags oder geschlossenen Containern sammeln. Die Behälter sind entsprechend zu kennzeichnen und gegen den Zugriff Unbefugter zu sichern.

Bild: Für Asbestabfälle gekennzeichneter Container



Quelle: Zimmerer- und Holzbauarbeiten, Bau-BG, D 37, 10/2002

Wer sein **Dach sanieren muss, weil sich dort Asbeststoffe befinden**, der kann auf eine Unterstützung des Finanzamtes hoffen. Solche Ausgaben gelten als **außergewöhnliche Belastung** und können darum von der Steuer abgesetzt werden.

Sanierung von Mineralfaserprodukten

Mineralwolle-Dämmstoffe sind insbesondere als Glas- oder Steinwolle bekannt. Beim Umgang mit Mineralwolle-Dämmstoffen muss zwischen sog. "alten" und "neuen" Produkten unterschieden werden. Unter "alten" Mineralwolle-Dämmstoffen werden Produkte zusammengefasst, die als krebserzeugend gelten. Dazu gehören insbesondere Produkte, die vor 1996 hergestellt und eingebaut worden sind. Seit 1996 werden Produkte hergestellt, die als unbedenklich gelten. Seit dem 01.06.2000 dürfen in Deutschland nur noch KMF-Dämmstoffe produziert und
verarbeitet werden, die nach der Gefahrstoffverordnung als unbedenklich (frei von Krebsverdacht) gelten.

Bild: Abbrucharbeiten von Mineralfaserprodukten



Quelle: BGI 665 Abbrucharbeiten, Oktober 2002

"neuen" Mineralfaserdämmstoffe

Technische und organisatorische Schutzmaßnahmen

Auch beim Umgang mit neuen Produkten kann es durch gröbere Fasern (Faserbruchstücke) zu Haut-, Augen- oder Atemwegsreizungen kommen. Es sind deshalb folgende **Mindestmaßnahmen** zu beachten:

- Vorkonfektionierte oder kaschierte Mineralwolle-Dämmstoffe bevorzugen.
- Verpackte Dämmstoffe erst am Arbeitsplatz auspacken. Material nicht werfen.
- Für gute Durchlüftung am Arbeitsplatz sorgen. Das Aufwirbeln von Staub vermeiden.
- Auf fester Unterlage mit Messer und Schere schneiden.
- Keine schnell laufenden, motorbetriebenen Sägen ohne Absaugung verwenden.
- Arbeitsplatz sauber halten, regelmäßig reinigen. Staub saugen statt kehren.
- Verschnitte und Abfälle in geeigneten Behältnissen, z.B. Plastiksäcken, sammeln. Beim Verschließen der Plastiksäcke die Luft nicht herausdrücken.
- Eingebaute Sämmstoffe möglichst zerstörungsfrei ausbauen.

Persönliche und hygienische Schutzmaßnahmen

- Locker sitzende, geschlossene Arbeitskleidung und ggf. Handschuhe tragen.
- Bei starker Staubentwicklung oder Überkopfarbeiten Schutzbrille benutzen. Zum Schutz von Atemwegsreizungen vorsorglich Halbmaske mit P1-Filter oder partikelfiltrierender Halbmaske FFP 1 tragen.
- Bei empfindlicher Haut Schutzcreme oder Lotion verwenden.
- Nach Beendigung der Arbeiten Staub abwaschen.

"alte" Mineralfaser-Dämmstoffe

Technische und organisatorische Schutzmaßnahmen

Neben den Mindestschutzmaßnahmen (s. o.) gilt zusätzlich:

- Unternehmensbezogene Anzeige (mit Formblatt).
- Betriebsanweisung erstellen und Beschäftigte vor Beginn der Arbeiten, mindestens jedoch einmal jährlich über die Gefahren und mögliche Schutzmaßnahmen unterweisen.
- Zahl der Arbeitnehmer auf ein Mindestmaß begrenzen.
- Gefährdeten Bereich von anderen Arbeitsbereichen abgrenzen und kennzeichnen (Verbotszeichen P 06 "Zutritt für Unbefugte verboten").
- Bei Arbeiten in Innenräumen schwer zu reinigende Einrichtungsgegenstände, Teppichböden usw. mit Folie abdecken.
- Für die Absaugung geprüfte Industriesauger der Staubklasse H verwenden.

- Abfälle staubdicht verpacken und kennzeichnen.

Persönliche und hygienische Schutzmaßnahmen

Neben den oben genannten Mindestmaßnahmen gilt zusätzlich

- Atmungsaktiven Schutzanzug tragen (Typ 5)
- Atemschutz (Halbmaske) mit P2-Filter oder partikelfiltrierende Halbmaske FFP 2 verwenden.
- Rauchverbot am Arbeitsplatz.
- Waschmöglichkeit vorsehen.

Für die Entsorgung entsprechender Abfälle finden weitere Hinweise unter Zimmerer > Abfallentsorgung > Baustellenabfälle.

Mineralische Stäube

Bei Abbrucharbeiten können auch erhebliche Belastungen durch mineralische Stäube entstehen. Neben dem sichtbaren Grobstaub ist vor allem der **Feinstaub** besonders gefährlich. Feinstaub (Partikel < 1/5000 mm) ist mit dem Auge nicht mehr sichtbar und kann beim Einatmen bis in die Lunge gelangen. Erkrankungen der Atemorgane wie z. B. Entzündungen oder Bronchitis können die Folge sein. Enthält der Feinstaub freie kristalline Kieselsäure, die bei der Bearbeitung quarzhaltiger Gesteine freigesetzt wird, besteht die Gefahr einer Quarzstaublungenerkrankung (Silikose) bzw. einer Lungenkrebserkrankung in Verbindung mit einer Silikose.

Technische und organisatorische Schutzmaßnahmen

- Staubarme Arbeitsverfahren und -geräte auswählen; schnell laufende und trocken arbeitende Geräte ohne Absaugung z. B. Trennschleifer, nicht verwenden.
- Nicht mit Druckluft reinigen, nicht kehren, sondern saugen. Grobe Stücke mit Rechen einsammeln.
- Für Absaugungen und Reinigungsarbeiten nur geprüfte Industriestaubsauger mindestens der Staubklasse M verwenden.
- Staub möglichst an der Entstehungsstelle direkt absaugen.
- Betriebsanweisung erstellen und Arbeitnehmer regelmäßig unterweisen.

Persönliche und hygienische Schutzmaßnahmen

- Atemschutz (Halbmaske) mit P2-Filter oder partikelfiltrierende Halbmaske FFP 2 verwenden.
- Waschmöglichkeit vorsehen.

Technologien



Das Handwerk des Zimmerers ist heute durch eine Vielzahl an Technologien geprägt. Viele Handarbeiten mit Werkzeugen und Maschinen werden durch programmierbare Anlagen ersetzt. CNC-Technologien haben in vielen Betrieben Einzug gehalten. Um die Fertigungskosten so gering wie möglich zu halten, gilt es, möglichst viele Arbeiten bereits in der Werkstatt zu optimieren und dadurch die Bauzeit auf der Baustelle zu minimieren.

Die dafür erforderliche technologische Ausstattung muss ganz unterschiedlichen Anforderungen genügen:

- Hoher **Qualitätsanspruch**
- **Wirtschaftlichkeit**
- **Arbeitsschutz**
- Geringe **Umweltauswirkungen**
- Einfache **Bedienbarkeit**
- Optimale **Einbindung in den Fertigungsprozess**
- **Service und Betreuung** durch den Lieferanten

Angesichts der recht hohen Investitionsrisiken werden gerade die letzten Punkte immer wichtiger. So schön eine einzelne Maschine auch sein mag, sie muss in den gesamten Ablauf passen und von den Mitarbeitern optimal genutzt werden. **Die eingesetzte Maschinentechnik ist nur so gut, wie die Mitarbeiter in ihrem Umgang geschult werden.**

Da teure Maschinen selbst unabhängig von ihrer Nutzung hohe Fixkosten verursachen, gilt es, ihre optimale Auslastung sicherzustellen. Nur so lassen sich die hohen Kosten vernünftig auf die erbrachten Leistungen verteilen. **Der Verfügbarkeit der Maschinen kommt eine hohe Bedeutung zu -** sie kann nur über einen guten Service inklusive Betreuung gewährleistet werden.

Um Investitionskosten einzusparen haben sich die meisten Betriebe inzwischen spezialisiert: **Man schafft nicht mehr alle Maschinen selbst an, sondern kooperiert und kauft bestimmte Leistungen gezielt ein.**

Jeder Betrieb ist ein Baustein im Netz der Wertschöpfung und jeder Betriebsinhaber muss im Hinblick auf seinen Markt optimal planen. Daher stellt dieser Bereich wesentliche Technologien des Zimmererhandwerks vor und erläutert deren arbeits- und umweltschutztechnische Relevanz.

Aufgrund des vielfältigen dynamischen Wandels gilt es heute für jeden Betrieb, sich regelmäßig über die aktuellen Entwicklungen in seinem Bereich zu informieren und bei Bedarf **die technologische Beratung durch den Verband des Zimmerer- und Holzbaugewerbes** einzuholen.

Massivholzbearbeitung

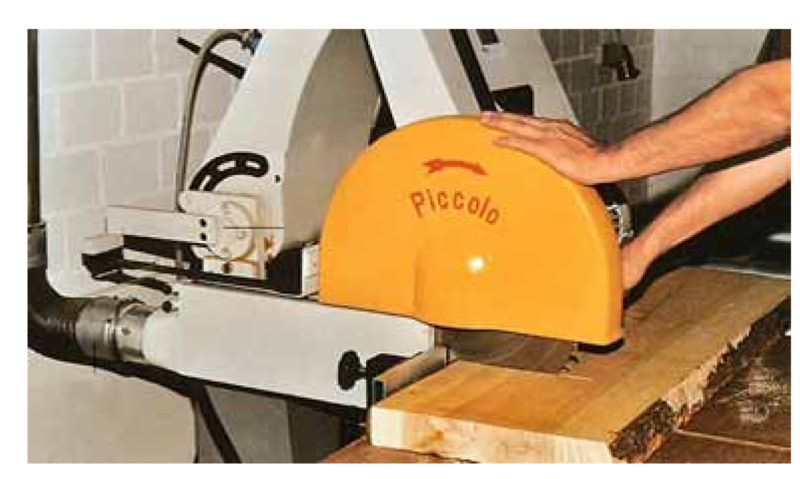
Zur Massivholzbearbeitung gehören bei den Zimmerern viele **typische Standardmaschinen**. Zuschnitt, Besäumen, Abrichten und Hobeln sind in jedem Betrieb erforderlich. Die dafür notwendigen Maschinen verursachen zumeist eine erhebliche Lärmbelastung.

Das Ablängen erfolgt in der Regel mit **Pendelkreissägen oder Auslegersägemaschinen**. Zum Besäumen und auf Breite schneiden wird die **Formatkreissäge** eingesetzt.

Die **Abrichte** bildet die Basis für die weitere Bearbeitung. Sie gibt dem Werkstück eine plane Fläche und fräst einen rechten Winkel an. Darauf aufbauend kann dann mit der **Dickenhobelmaschine** die Dicke ausgehobelt werden.

In Kombination von Dickenhobelmaschine und Abrichte kommt der **Vierseiter** zum Einsatz. Spezialisierte Massivholzbetriebe setzen den Vierseiter zumeist als **Profilautomat** ein, um neben dem rechteckigen Querschnitt auch gleich ein Profil anzufräsen. Profilbretter und Dielen werden nur in Ausnahmefällen von dem Zimmerer selbst gefertigt, sondern in der Regel zugekauft. **Wesentlich für den Erfolg des Zimmerers ist es, diese Zukaufmöglichkeiten optimal mit den Produktwünschen des Kunden zu kombinieren, individuell anzupassen und zu ergänzen.**

Zuschnitt



Das Ablängen von Bohlen und Brettern erfolgt entweder mit einer Kappsäge oder mit einer Pendelkreissägemaschine. Mit der etwas kleineren Variante, der Auslegerkreissägemaschine können auch Winkelschnitte vorgenommen werden. Sie kommt deshalb vor allem bei feineren Ablängarten für Leisten zum Einsatz. Das Besäumen und auf Breite schneiden erfolgt dann überwiegend mit der Formatkreissäge.

Technik

Die Auslegerkreissäge gibt es in sehr unterschiedlichen Größen. In der Zimmerei dominiert die Variante zum Ablängen von schmaleren Teilen. In Zimmereibetrieben werden auch größere Aggregate eingesetzt, die dann automatisch angesteuert in einer Abbundanlage zum Einsatz kommen.

Für das Besäumen der Formatkreissäge gibt es besondere Zusatzeinrichtungen, die den Zuschnitt sicherer und genauer machen. In der einfachen Version kommt ein **Niederhalter für Bohlen auf dem Schlitten** zum Einsatz. Komfortabler ist das ganze mit einem zusätzlichen Spannzylinder.

Bild: Spanneinrichtung für Bohlen auf der Formatkreissäge



Da das Besäumen sehr kraftaufwändig ist, gibt es hier die Möglichkeit, einen zusätzlichen **motorischen Antrieb** zu ergänzen, der auf Knopfdruck den Schlitten mit der eingespannten Bohle am Sägeblatt vorbeiführt.

Gerade für das Besäumen von Massivholzbrettern und -bohlen ist eine **Laseranzeige** sehr hilfreich. Das optimale Ausrichten der Bohle entscheidet über Qualität und Verschnitt.

Beim Zurichten der Bohlen und Bretter entsteht eine Menge Holzreste, die für eine spätere Nutzung zwischengelagert werden. Die **Restelager sind häufig wenig übersichtlich und erschweren dadurch ihre tatsächliche Nutzung**. Hier ein Beispiel für eine gute Aufteilung: Die Fächer sind seitlich abgetrennt und nach vorne durch eine Leiste gesichert. Dadurch wird ein **Lagerbereich klar definiert**. Wenn der Platz nicht mehr reicht, muss aussortiert werden.

Bild: Holzrestelager



Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH/Lemgo

Kennwerte Pendelkreissäge

Elektrische Leistung in kW	1,1 ... 3,5 ... 7,5
Schnittlänge in mm	650 - 900
Schalldruckpegel in dB(A)	89 - 94
Absauganschlüsse	120 mm
Absaugbedarf	820 m³/h
Platzbedarf für die Planung	Breite ca. 1,50 m Länge 8,00 - 10,00 m

Arbeitsschutz

Gefährdungen

Die Arbeiten an der **Auslegerkreissäge und Pendelkreissäge** werden der **Gefährdungsstufe III** zugeordnet. Es kommt selten zu leichten Unfällen und nur in extremen Ausnahmefällen zu schweren Unfällen. Die **Belastung der Wirbelsäule** durch die Tragebelastung ist allerdings erheblich. Hierfür gilt die **Gefährdungsstufe II:** Es kommt häufiger zu leichten Unfällen, schwere sind hingegen relativ selten zu erwarten. Gleiches gilt für die Gefährdung beim Besäumen mit der **Formatkreissäge**. Als **wesentliche Gefährdungen** lassen sich benennen:

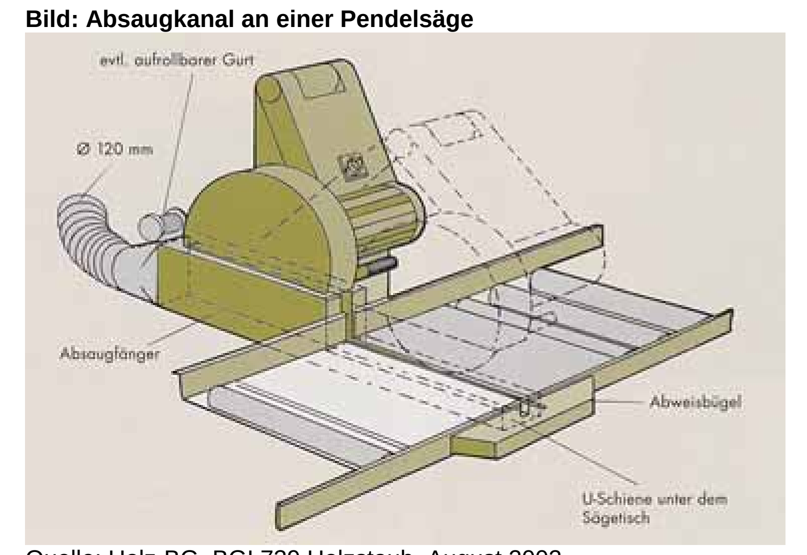
- Belastung durch **Holzstaub**
- **Schnittverletzung** durch die Berührung mit dem laufenden Werkzeug
- **Lärmbelastung**
- **Transport schwerer Werkstücke** und Maschinenanschläge

Maßnahmen

Bei Auslegerkreissägen wie auch bei Pendelsägen muss sichergestellt sein, dass **das Sägeaggregat selbsttätig in die Ausgangsstellung zurückgeht.** Das Sägeblatt muss vollständig umschlossen sein, damit keine unabsichtlichen Berührungen möglich sind.

Die **Belastung durch Holzstaub** kann durch eine wirksame Absaugung unter den Gefährdungswert von 2 mg/m³ gesenkt werden. Dazu ist es erforderlich, dass die Säge in einem engen Kanal im Tisch geführt wird, der über die gesamte Länge hinweg nach hinten geschlossen ist. Die folgende Grafik verdeutlicht den Zusammenhang. Bei älteren Modellen kann eine solche Absaugung von einem Schlosser für ca. 150 Euro ergänzt werden. Die Schlitzbreite im Werkstückanschluss für den Austritt des Sägeblattes sollte so schmal wie möglich sein.

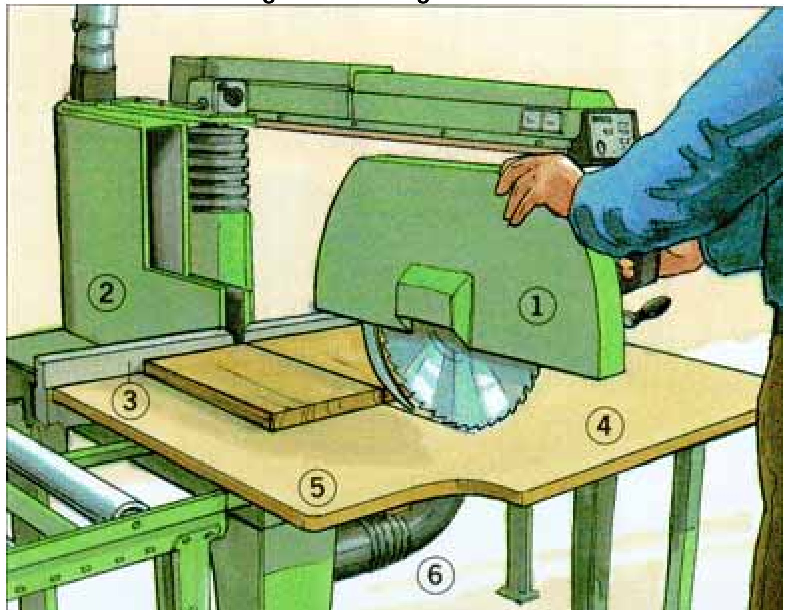
Bild: Absaugkanal an einer Pendelsäge



Quelle: Holz-BG, BGI 739 Holzstaub, August 2002

Beiderseits der Schneidebene müssen über die gesamte Breite im Tisch **Auflagen aus leicht zerspanbarem Material** vorhanden sein, z.B. aus Holz oder Kunststoff (Bild, Nr. 4).

Bild: Schutzeinrichtungen Pendelsäge



Quelle: Zimmerer- und Holzbauarbeiten, Bau-BG, 10/2002

Bei Maschinen mit kraftbetriebenem Vorschub muss ein Hineingreifen in die Schneidebene unbedingt vermieden werden, z.B. durch Zweihandschaltungen

Die **Lärmbelastung** beim Zuschnitt ist recht hoch. **Persönlicher Gehörschutz ist deshalb immer Pflicht**. Eine gute Dämmung kann diese Belastung deutlich reduzieren.

Lärmarme Sägeblätter mit unregelmäßiger Sägezahneinteilung und positivem Schnittwinkel verringern die Lärmbelastung ebenfalls deutlich und führen zu einer besseren Schnittqualität.

Bild: Lärmdämmung an einer Pendelkreissäge



Quelle: Holz-BG, BGI 725 Arbeitssicherheit/Gesundheitsschutz in Schreinereien, April 2001

Das **Hantieren mit schweren Bohlen** und Brettern führt zu einer starken Belastung der Wirbelsäule. Hier sind **Vakuum-Hebeeinrichtungen** hilfreich.

Bild: Vakuum-Hebeeinrichtung Massivholzbohle



Wenn die Bohlen vom Lager in die Werkstatt transportiert werden müssen, um dort mit der Ablängsäge bearbeitet zu werden, sollte ein **stabiler Wagen** den Transport erleichtern.

Bild. Transportwagen Bohlen und Bretter



Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH/Lemgo

Abrichte

Mit der Abrichte können plane Flächen erzeugt werden. Sie besteht aus einem Aufgabe- und einem Abnahmetisch, deren Höhe gegeneinander genau eingestellt werden kann. Die dazwischenliegende Messerwelle egalisiert die Werkstückoberfläche.

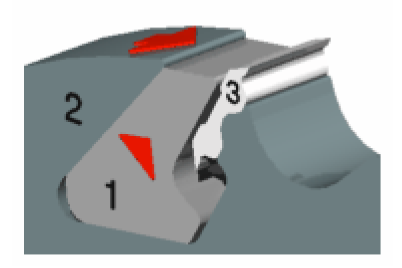
Mit dem Anschlag können rechte Winkel angefräst werden. Der Anschlag kann bis zu 45 ° geneigt werden, um entsprechende Schrägen zu erzeugen.

Technik

Das Wechseln der Hobelmesser kann mit einer speziellen **Tersa-Messerwelle** deutlich vereinfacht werden. Die Tersa-Messer bestehen aus einem schmalen Messerstreifen aus Hartmetall, der von der

Seite in ein Profil eingeschoben wird. Durch die Fliehkraft werden die Messer nach außen gedrückt und so auf einem gemeinsamen Messerradius gehalten. Der Zeitaufwand für das Wechseln der Messer sinkt um mehr als 50%.

Bild: Prinzip Tersa-Messerwelle



Kennwerte

Elektrische Leistung in kW	2,2 ... **3,0** ... 5,5
Arbeitsbreite	410 - 630 mm
Schalldruckpegel in dB(A)	90 - 91
Absauganschlüsse	140 mm
Absaugbedarf	1.110 m³/h
Platzbedarf für die Planung	Breite ca. 1,50 m Länge 5,00 - 6,00 m

Arbeitsschutz

Gefährdungen

Die Abrichte wird in die **Gefährdungsstufe I** eingeordnet. Es passieren häufig leichtere Unfälle und auch relativ oft schwere Unfälle. Die Gefährdungen lassen sich wie folgt beschreiben:

- **hohes Risiko der Schnittverletzung** durch die Berührung mit dem laufenden Werkzeug
- **Lärmbelastung**

Maßnahmen

Der Schutz der Hände vor unbeabsichtigter Berührung mit der rotierenden Messerwelle ist die wichtigste Schutzmaßnahme. Hierfür sollten die Mitarbeiter regelmäßig **unterwiesen** werden, um das hohe Unfallrisiko zu minimieren. Auf dem Bild ist oben links ein Gliederschwingschutz zu erkennen, der von selbst die Messerwelle abdeckt. Die Gliederkette oben rechts muss manuell jeweils auf die richtige Abdeckung eingestellt werden. Die in den unteren Bildern dargestellte Schutzbrücke deckt die Messerwelle ab und unterstützt den Bearbeiter beim Anfräsen des Winkels.

Bild: Abdeckmöglichkeiten der Messerwelle an der Abrichte



Quelle: Holz-BG, Sicheres Arbeiten an Abrichthobelmaschinen, März 1996

Das Fügen von schmalen Leisten ist besonders gefährlich. Hierfür ist immer der Hilfsanschlag vorzuklappen (Bild oben rechts), um mit der Hand die Leiste gefahrlos niederdrücken zu können.

Beim **Einsetzen der Hobelmesser** auf max. 1,1 mm Schneidenüberstand achten. Befestigungsschrauben nur mit zugehörigem Werkzeug von der Mitte nach außen anziehen. Die **Einspanntiefe muss mindestens 15 mm** betragen.

Die **Holzstaubbelastung ist bei Abrichthobelmaschinen vergleichsweise gering,** da die erzeugten Späne wenig Feinanteile enthalten. Sie sind schwer und werden gut durch die unten liegende Absaugung erfasst.

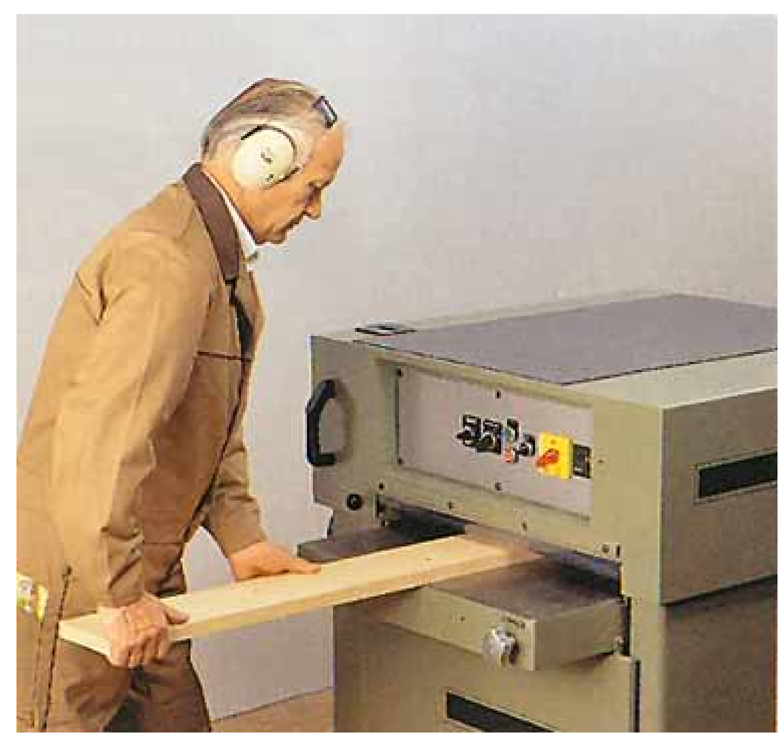
Abrichthobelmaschinen sind recht laut. Dies wird bei den neueren Maschinen dadurch verringert, dass die **Stahllippen der beiden Tische zur Messerwelle hin kammartig** ausgebildet sind. Zusätzlich haben sich **Spiralmesser** bewährt, um die Lärmbelastung zu verringern.

Bild: Spiralmesser zur Lärmreduzierung



Quelle: Holz-BG, BGI 725 Arbeits- und Gesundheitsschutz in Schreinereien, April 2001

Dickenhobelmaschine



Nachdem die Werkstücke mit der Abrichte plan und winklig gefräst worden sind, werden sie mit der Hobelmaschine auf die gewünschte Dicke oder Breite gehobelt. Über eine geriffelte Einzugswalze werden die Werkstücke erfasst und unter der Hobelmesserwelle hinweggeführt.

Technik

Für das **Hobeln schräger Flächen** werden geeignete Schablonen verwendet.

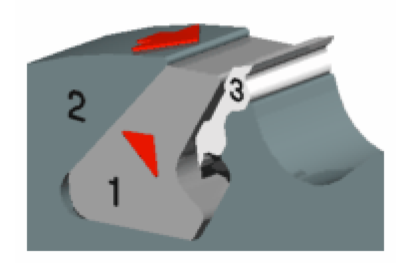
Bild: Schablone für das schräge Abhobeln in der Hobelmaschine



Quelle: Holz-BG, BGI 725 Arbeits- und Gesundheitsschutz in Schreinereien, April 2001

Das Wechseln der Hobelmesser kann mit einer speziellen **Tersa-Messerwelle** deutlich vereinfacht werden. Die Tersa-Messer bestehen aus einem schmalen Messerstreifen aus Hartmetall, der von der Seite in ein Profil eingeschoben wird. Durch die Fliehkraft werden die Messer nach außen gedrückt und so auf einem gemeinsamen Messerradius gehalten. Der Zeitaufwand für das Wechseln der Messer sinkt um mehr als 50%.

Bild: Prinzip Tersa-Messerwelle



Kennwerte

Elektrische Leistung in kW	2,6 ... 4,5 ... 7,5 kW
Hobelbreite	400 ... 630 ... 900 mm
Schalldruckpegel in dB(A)	80 - 92
Absauganschlüsse	140 mm bis Hobelbreite kleiner 63 cm 160 mm ab Hobelbreite größer 63 cm
Absaugbedarf	1.110 m³/h bei 140 mm 1.450 m³/h bei 160 mm
Platzbedarf für die Planung	Breite ca. 1,50 m Länge 4,00 - 6,00 m

Arbeitsschutz

Gefährdungen

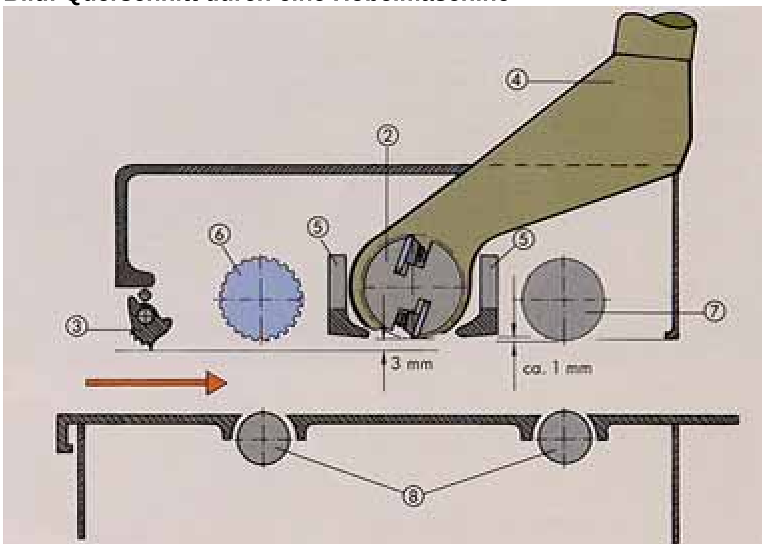
Die Hobelmaschine wird in die **Gefährdungsstufe III** eingeordnet. Es passieren selten leichte Unfälle, schwere Unfälle nur in extremen Ausnahmen. Als wesentliche Gefährdungen können genannt werden:

- **Verletzungsrisiko** durch rückschlagende Werkstücke
- **Lärmbelastung**

Maßnahmen

Die Rückschlagsicherung besteht aus schmalen Greifarmen, die nebeneinander die gesamte Breite des Aufgabebereichs abdecken (Bild, Nr. 3). **Die Greifer sind stets scharf und gängig zu halten!**

Bild: Querschnitt durch eine Hobelmaschine



Quelle: Holz-BG, BGI 725 Arbeits- und Gesundheitsschutz Schreiner, April 2001

Falls die **Werkstücke unterschiedlich dick** sind, dürfen bei starren Einzugswalzen nur zwei Werkstücke gleichzeitig bearbeitet werden. Dabei sind die Werkstücke an den Außenseiten der Einschuböffnung zuzuführen.

Gerade Hobelmaschinen sind mit ihrem hohen Ton eine erhebliche Lärmbelastung in der Werkstatt. Maschinen neueren Datums werden inzwischen wesentlich besser gedämmt und sind mit alten Maschinen nicht zu vergleichen. **Eine nachträgliche Auskleidung der oberen Abdeckung mit lärmabsorbierender Verkleidung kann bei alten Maschinen die Lärmbelastung verringern.**

Vierseiter



Der Vierseiter kombiniert Abrichte und Dickenhobelmaschine. Über einen Aufgabetisch wird zunächst eine plane Fläche des Werkstücks erzeugt, bevor es dann mit weiteren Werkzeugspindeln rechteckig ausgehobelt wird. Wenn über diese vier Spindeln weitere Werkzeugaggregate vorhanden sind, um bestimmte Profile anzufräsen, spricht man von einem Profilautomat. Dies kann bei der Fensterfertigung das Profil der Flügel oder Rahmen sein, bei Leisten oder Dielen das gewünschte Querschnittsprofil.

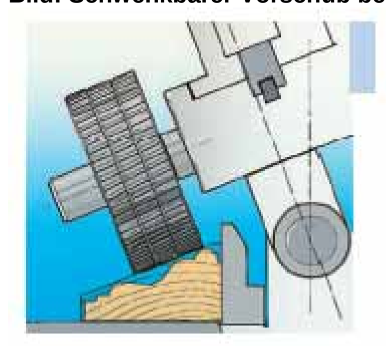
Mit Hilfe von geriffelten Walzen wird das Werkstück über die einzelnen Aggregate geführt. Ein zusätzlicher seitlicher Vorschub mit einem umlaufenden Transportriemen überbrückt den Walzenabstand und erlaubt so auch das Transportieren kürzerer Teile.

Technik

Die Oberflächengüte beim Vierseiter hängt im Wesentlichen von der Genauigkeit und Geschwindigkeit der verwendeten Werkzeuge ab. Die einzelnen Messerköpfe sind mindestens mit jeweils zwei Werkzeugmessern bestückt. Schon kleinste Abweichungen im Flugkreis führen zu ungleichmäßigen Hobelschlägen. Mit einer extrem genauen Abziehvorrichtung wird bei laufendem Werkzeug ein weicher Silizium-Carbid-Stein über die Werkzeugschneiden geführt und im Flugkreis ausgerichtet. Dieses Abrichten der Werkzeuge wird als **Jointen** bezeichnet und ist vor allem in der Serienfertigung von Leisten erforderlich. Neuartige Messerköpfe können in die Werkzeugaufnahme gesteckt und **per Knopfdruck fixiert** werden. Sie erreichen damit eine vergleichbare Rundlaufgenauigkeit und ersparen das Jointen an den verschiedenen Werkzeugspindeln.

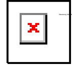
Um auch leicht krumme Werkstücke sicher zu profilieren wird ein **Nutbettfräser** vor der eigentlichen Abrichtwelle eingesetzt. Dieser besteht aus mehreren nebeneinander liegenden Nutfräsern. Dadurch werden dem Werkstück die Spannungen genommen und es lässt sich sicher im Vorschub transportieren. Zur besseren Ausnutzung von schräg zugeschnittenem Rohmaterial kann der **Vorschub um bis 30 ° geschwenkt** werden. Dadurch wird die Materialausbeute je nach Leistenprofil deutlich verbessert.

Bild: Schwenkbarer Vorschub beim Vierseiter



Die jeweilige **Maschineneinstellung kann per Knopfdruck gespeichert** werden. Damit stehen spezielle Profileinstellungen als Programm jederzeit für Verfügung, wodurch die Rüstzeiten deutlich gesenkt werden.

Bild: Steuerung Vierseiter



Bei einer Serienfertigung muss am Auslauf immer eine Person zur Abnahme der fertig profilierten Leisten stehen. Bei Kleinserien empfiehlt es sich, eine **Abnahmevorrichtung** einzusetzen. Die im Bild dargestellte Vorrichtung ist im Auslauf schräg angeordnet, sodass die herauskommenden Leisten zur Seite gedrückt und auf der schiefen Ebene gesammelt werden.

Bild: Auslaufvorrichtung Vierseiter



Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH/Lemgo

Kennwerte

Elektrische Leistung in kW je Spindel	4 ... 5,5 ... 11
Anzahl Werkzeugspindeln	4 - 8
Drehzahlbereich 1/min	4 000 - 12 000
Minimaler Querschnitt in mm	13 x 6
Maximaler Querschnitt in mm	230 x 120
Vorschub in m/min	5 - 36
Schalldruckpegel in dB(A)	85 - 90
Absauganschlüsse	min. 120 mm je Aggregat
Absaugbedarf	820 m³/h je Aggregat
Platzbedarf für die Planung	Breite ca. 1,50 m Länge 6,00 - 10,00 m

Arbeitsschutz

Gefährdungen

Der Vierseiter wird in die **Gefährdungsstufe III** eingeordnet. Leichte Unfälle sind selten, schwere Unfälle nur in besonderen Ausnahmefällen zu erwarten. Die wesentlichen Gefährdungen lassen sich wie folgt beschreiben:

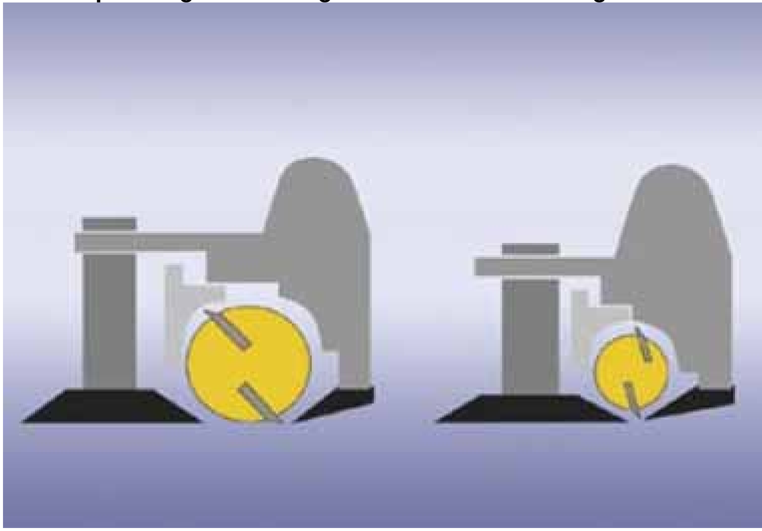
- Belastung durch **Holzstaub**
- **Schnittverletzung** durch die Berührung mit dem laufenden Werkzeug beim Einrichten oder Entstören
- **Lärmbelastung**

Maßnahmen

Der Vierseiter hat einen großen Absaugbedarf. Je nach Anzahl der Spindeln kommen hier schnell 3500 - 7000 m³/h zusammen. **Der Gesamtanschlussquerschnitt muss der Summe der Einzelanschlussquerschnitte entsprechen.** Eine wirksame Absaugung ist nicht nur wichtig zur Verminderung der Holzstaubbelastung. Auch aus Qualitätsgründen gilt es, möglichst alle Späne und Stäube vom Werkstück zu entfernen. **Die Spänefänger sollten dabei so eng wie möglich an das rotierende Werkzeug herangeführt werden können.** Entsprechende Zusatzeinrichtungen ermöglichen eine optimale Anpassung. Dies verbessert die Späneerfassung und die Wirksamkeit der Absaugung.



Bild: Anpassung der Absaughaube an den Werkzeugdurchmesser



Die Werkzeugaggregate moderner Vierseiter sind weitestgehend gekapselt. Dadurch wird die **Lärmbelastung** deutlich verringert.

Zur **Vermeidung von Schnittverletzungen** beim laufenden Betrieb ist sicherzustellen, dass die Werkzeuge durch die Schutzeinrichtungen soweit wie möglich verdeckt werden. So kann bei Kontrollen oder Entstörungen im laufenden Betrieb die Berührung mit dem Werkzeug vermieden werden.

Plattenbearbeitung

Der moderne Ausbau ist ohne die Verarbeitung von Holzwerkstoffen kaum denkbar. Plattenwerkstoffe werden in großen Formaten von den ortsansässigen Händlern angeliefert. Eine direkte Anlieferung vom Plattenhersteller ist im Handwerk nicht üblich. Im einfachsten Fall werden die Platten mit einer Handkreissäge aufgeteilt. In der Regel kommen dafür aber **vertikale Plattenaufteilsägen** zum Einsatz.

Das eigentliche Formatieren erfolgt im Regelfall auf der **Formatkreissäge**. Sie kommt für die Plattenbearbeitung ebenso zum Einsatz wie für das Besäumen und Ablängen von Massivholzteilen.

Aufgrund des hohen Wettbewerbsdrucks haben sich viele Betriebe spezialisiert. Die Investitionen in programmgesteuerte Maschinen sind erheblich und lohnen sich nur bei guter Auslastung. Einzelne Plattenlieferanten bieten heute auch den Zuschnitt mit Kanten- und Fräsbearbeitung an. Insofern ist der Trend unverkennbar, **Standardausführungen von spezialisierten Herstellern zuzukaufen und sich auf die individuelle Ausgestaltung zu konzentrieren.**

Plattenaufteilsäge

Das Aufschneiden der Plattenformate erfolgt im Zimmereibetrieb über Plattenaufteilsägen. In der Mehrzahl handelt es sich dabei um vertikale Aufteilsägen.

Vertikale Plattenaufteilsäge



Vor dem leicht schrägen Gestell für die Platte ist ein Laufwagen mit einem beweglichen Sägeaggregat angebracht. Das Gestell besteht aus vertikalen Holmen. Quer dazu befindet sich der Verschieberost. Er kann bei horizontalen Schnitten versetzt werden, um das Zersägen der Holzleisten zu vermeiden.

In mittlerer Höhe befindet sich eine Klappschiene. Auf dieser können kleinere Platten formatiert werden. Das Sägeaggregat ist beweglich gelagert und kann für vertikale und horizontale Schnitte arretiert werden.

Zusätzliche **Ablagen für die Auftragsunterlagen** erleichtern das Programmieren der Maschine.

Technik

Üblicherweise werden mit vertikalen Plattenaufteilsägen keine Fertigschnitte gemacht, d.h. die Platten sind mit der Formatkreissäge nachzuformatieren. Neuere Modelle sind aber inzwischen auch mit einem **Vorritzaggregat** ausgerüstet, um ein Ausreißen der Kante durch das Hauptsägeblatt zu vermeiden.

Bild: Vorritzaggregat bei einer vertikalen Plattenaufteilsäge



Durch spezielle Zusatzaggregate werden **auch schräge Schritte** möglich. Das Aggregat wird auf dem Rahmen fixiert und ist stufenlos mit einer integrierten Mess-Skala verstellbar.

Bild: Schrägschnitte an einer vertikalen Plattenaufteilsäge



Auch vertikale Plattenaufteilsägen können inzwischen mit **digitalen Anzeigeeinheiten** ausgestattet werden. Die Anschläge werden automatisch entsprechend den eingegebenen Maßen angefahren und das Sägeaggregat ausgerichtet. Dadurch können die Platten auf einen Zehntel Millimeter genau zugeschnitten werden. Alle Einstelldaten können als Datei abgespeichert und bei Bedarf wieder abgerufen werden.

Wenn die Plattenaufteilsäge für Fertigschnitte ausgelegt ist, müssen die Platten zunächst besäumt werden, um eine saubere Kante zu bekommen. Damit die Platte nicht mehrfach gedreht werden muss, gibt es die Zusatzfunktion, dass die Platte von unten automatisch um 50 mm angehoben, über Vakuumsauger fixiert und automatisch besäumt wird. Danach wird die Platte automatisch wieder abgesenkt und kann weiterbearbeitet werden.

Kennwerte

Elektrische Leistung in kW	4 ... 5,5 ... 7,5
Drehzahlbereich 1/min	3000
Schalldruckpegel in dB(A)	77 - 88
Absauganschlüsse	120 mm
Absaugbedarf	820 m³/h
Platzbedarf für die Planung	Breite ca. 1,50 m plus Ablagefläche für Rohware Länge ca. 8,00 m

Arbeitsschutz

Gefährdungen

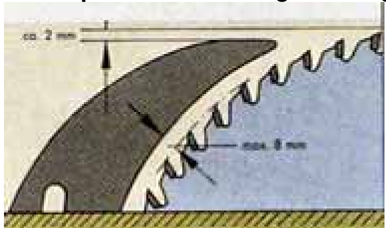
Plattenaufteilsägen werden in die **Schalldruckpegel** eingeordnet. Das Risiko ist gering. Leichte Unfälle sind selten, schwere Unfälle nur in extremen Ausnahmefällen zu erwarten.

- **Rückschlaggefahr** durch das aufsteigende Sägeblatt
- Belastung durch **Holzstaub**
- **geringe Schnittverletzung** durch die Berührung mit dem laufenden Werkzeug
- **Lärmbelastung**
- **Transport schwerer Werkstücke** und Maschinenanschläge

Maßnahmen

Durch die **richtige Einstellung des Spaltkeils** wird die Rückschlaggefahr minimiert:

Bild: Spaltkeileinstellung zum Sägeblatt



Quelle: Holz-BG, BGI 725, 4/2001

Die **Belastung durch Holzstaub** ist bei vertikalen Plattenaufteilsägen höher als bei horizontalen, da bei letzteren das Sägeblatt immer geschlossen geführt wird und der Mitarbeiter sich nicht im direkten Umfeld aufhält. Bei größerem Materialdurchsatz wird bei vertikalen Plattenaufteilsägen eine zusätzliche Absaugung hinter der Werkstückauflage über eine Rückwandabsaugung empfohlen mit einem weiteren Anschluss von 120 mm.

Plattenreste sollten sofort in einem **geeigneten Resteregal** oder in einem entsprechenden Abfallcontainer entsorgt werden. Herumstehende Platten gefährden den Transport und führen zu Stolperfallen.

Bild: Regal für Plattenreste



Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH/Lemgo

Die **Lärmbelastung** durch die Plattenaufteilsägen ist durch die Kapselung des Sägeblattes geringer als bei Formatkreissägen. **Lärmarme Sägeblatter tragen dazu bei, die Lärmbelastung weiter zu verringern**. Diese Sägeblätter sind so konzipiert, dass der hohe Pfeifton weitestgehend vermieden wird.

Lärmarme Sägeblätter mit unregelmäßiger Sägezahneinteilung und positivem Schnittwinkel verringern ebenfalls deutlich die Lärmbelastung und führen zu einer besseren Schnittqualität.

Formatkreissäge



Der große Schiebeschlitten mit Queranschlag unterscheidet die Formatkreissäge von der einfacheren Tischkreissäge. Mit ihr werden die Platten auf das erforderliche Format zugeschnitten. Zusätzlich kann das Sägeblatt bis zu 45 ° geschwenkt werden, um z.B. Platten auf Gehrung zu schneiden. Durch das Einsetzen der Platten können auch Ausschnitte erzeugt werden.

Technik

Mit der Formatkreissäge werden Fertigschnitte gemacht, d.h. der Schnitt muss sehr sauber sein. Dazu haben die meisten Maschinen heute ein **Vorritzaggregat**, das als kleines Sägeblatt von unten die Platte anritzt, um ein Ausreißen der Kante durch das Hauptsägeblatt zu vermeiden.

Winkelschnitte werden mit einem Gehrungsanschlag ermöglicht. Dieser wird auf dem Schlitten aufgesteckt und kann entsprechend dem erforderlichen Winkel fixiert werden.

In der Standardversion werden alle Maschineneinstellungen manuell vorgenommen. Die Elektronik hat die Formatkreissäge inzwischen zu einer komplexen Maschine gemacht, mit deren Hilfe viele Maschineneinstellungen auch automatisch über Servomotoren angefahren werden können. Über **digitale Anzeigeeinheiten** können eingestellt werden:

- Höhe des Sägeblattes
- Anzeige des Schwenkwinkels
- Drehzahlanzeige
- Anzeige der Breiteneinstellung des Parallelanschlags
- Anzeige des Längenanschlags

Alle Einstelldaten können als Datei abgespeichert und nach Bedarf abgerufen werden.

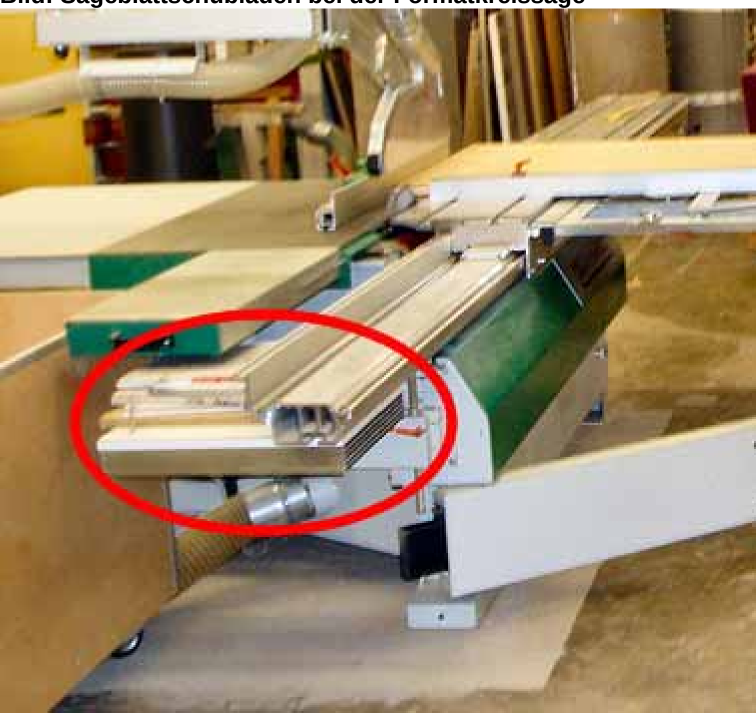
Bild: Steuerelement Formatkreissäge



Eine **Laseranzeige** hilft die Schnittfuge über die gesamte Länge des Bretts oder der Platte genau einschätzen zu können. Das erleichtert und beschleunigt das Besäumen und trägt zu einer **besseren Materialausbeute** bei.

Inzwischen ist es auch möglich, die regelmäßig benötigten **Sägeblätter** in die Maschine waagrecht **in schmalen Schubladen** abzulegen mit dem für den Sägeblattwechsel erforderlichem Werkzeug.


Bild: Sägeblattschubladen bei der Formatkreissäge



Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH/Lemgo

Kennwerte

Elektrische Leistung in kW	4 ... 5,5 ... 11
Drehzahlbereich 1/min	2000 ... 3000 ... 6000
Schalldruckpegel in dB(A)	87 - 91
Absauganschlüsse	Oben: 80 mm Unten: 120 mm
Absaugbedarf	1.110 m³/h
Platzbedarf für die Planung	Breite ca. 3,50 m Länge 8,00 - 10,00 m

Arbeitsschutz

Gefährdungen

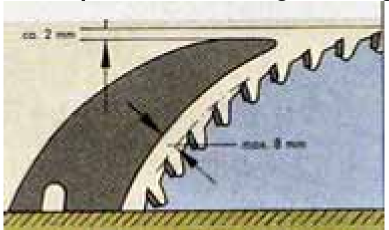
Die Formatkreissäge wird in die **Gefährdungsstufe II** eingeordnet. Dies bedeutet ein erhebliches Risiko, da häufig leichtere Unfälle und relativ selten schwere Unfälle vorkommen.

- **Rückschlaggefahr** durch das aufsteigende Sägeblatt
- Belastung durch **Holzstaub**
- **Schnittverletzung** durch die Berührung mit dem laufenden Werkzeug
- **Lärmbelastung**
- **Transport schwerer Werkstücke** und Maschinenanschläge

Maßnahmen

Durch die **richtige Einstellung des Spaltkeils** wird die Rückschlaggefahr minimiert:

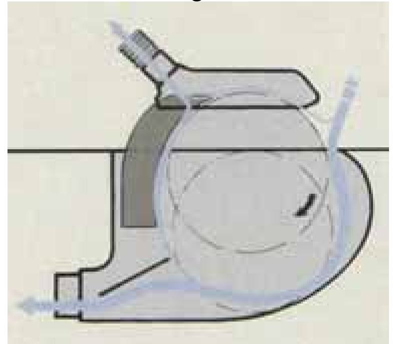
Bild: Spaltkeileinstellung zum Sägeblatt



Quelle: Holz-BG, BGI 725, 4/2001

Die **Belastung durch Holzstaub** kann durch eine wirksame Absaugung unter den **Arbeitsplatzgrenzwert** von 2 mg/m³ Holzstaub gesenkt werden. Die Lüftführung bei der Formatkreissäge wird durch das folgende Bild verdeutlicht:

Bild: Luftführung bei der Formatkreissäge



Quelle: Holz-BG, BGI 725, 4/2001

Die obere Absaugung trägt ganz entscheidend dazu bei, den Holzstaub ausreichend zu erfassen und aus dem Atembereich des Mitarbeiters fern zu halten.

Bild: Obere Absaugung Formatkreissäge



Da der direkte Anschnitt durch das Absenken der oberen Absaughaube nur schlecht eingesehen werden kann, bleibt die Absaughaube häufig zu weit oben. Die oben genannte **Laseranzeige** für die Schnittfuge kann dazu beitragen, dass die obere Absaughaube regelmäßig auf die Werkstückoberfläche abgesenkt wird.

Für das parallele Schneiden von Platten oder Leisten unter einer Breite von 120 mm muss immer ein Schiebestock verwendet werden. Er sollte griffbereit an der oberen Absaugung oder auf dem Breitanschlag fixiert werden können.

Bild: Schiebestock für schmale Werkstücke



Quelle: Holz-BG, BGI 725, 4/2001

Herumliegende Restabschnitte gefährden den Mitarbeiter, da sie durch das Sägeblatt erfasst und weggeschleudert werden können. Die Sägeabschnitte gehören in einen Erfassungswagen, damit sie nicht die Transportwege beeinträchtigen und Stolpergefahren heraufbeschwören.

Bild: Restecontainer an der Formatkreissäge





Quelle: Holz-BG, Unternehmerschulung Arbeitssicherheit, Heft 4, Ausgabe 05/2004

Die **Lärmbelastung** durch die Formatkreissäge ist verhältnismäßig hoch. Neben dem erforderlichen Gehörschutz für die Mitarbeiter tragen auch **lärmarme Sägeblatter dazu bei, dass die Belastung verringert werden kann**. Diese Sägeblätter sind so konzipiert, dass der hohe Pfeifton weitestgehend vermieden werden kann.

Lärmarme Sägeblätter mit unregelmäßiger Sägezahneinteilung und positivem Schnittwinkel verringern ebenfalls deutlich die Lärmbelastung und führen zu einer besseren Schnittqualität.

Das **Auf- und Abbauen des Winkelanschlags** ist beschwerlich und belastet die Wirbelsäule. Ein **geeigneter Transportwagen** kann das Handling des Anschlags deutlich erleichtern.

Bild: Anschlagwagen für das Auf- und Abbauen des Winkelanschlages



Quelle: Bau- und Möbelschreiner, Ausgabe 11/02, S. 97

Fräsbearbeitung

Durch das Fräsen erhält das Werkstück seine besondere Form und Gestalt. Hier zeigt sich die besondere handwerkliche Qualifikation. Durch die Fräs- und Bohrbearbeitung werden zudem die Verbindungen geschaffen, die die Einzelteile des Holzbaus entstehen lassen.

Traditionell geschieht dies vor allem mit der **Tischfräse**. Sie wird heute in ihrer Funktionalität durch viele elektronische Zusatzaggregate erheblich erweitert. Durch das Hantieren in der unmittelbaren Einwirkung des Werkzeuges ist sie allerdings auch ein besonderer Gefahrenpunkt in der Werkstatt.

Die Integration von Bohr- und Fräsaggregaten erfolgt in programmierbaren Abbundanlagen. Darüber hinaus können weitere Funktionen wie Sägen, Nuten oder Stemmen in ein solches Bearbeitungszentrum integriert werden. Der erhebliche Finanzbedarf für die Investition in eine derart aufwändige Maschine erfordert besondere Planung und Organisation. Der hohe Leistungsstand einer Abbundanlage muss in die Arbeitsvorbereitung integriert und durch entsprechend qualifizierte Mitarbeiter abgerufen werden.

Um die Auslastung zu verbessern und das Investitionsrisiko zu verringern bieten sich hier **neue Formen der zwischenbetrieblichen Zusammenarbeit** an. Interessante Kooperations- und Netzwerkansätze zeigen, dass nicht jeder Betrieb alle Maschine haben muss. Er muss sich vielmehr auf sein Know-how konzentrieren und wissen, wo und mit wem er die geforderte Leistung am besten erbringen kann.

Tischfräse



Die Tischfräse besitzt eine Werkzeugspindel mit der die Kanten bearbeitet werden können. Sie kommt vorwiegend bei der Bearbeitung von Massivholz zum Einsatz. Die Vielzahl der unterschiedlichen Werkzeuge ermöglicht Profilfräsen, Nuten, Sägen oder Fügen.

Die Werkstücke werden manuell oder mit einem Vorschubapparat an der Werkzeugspindel vorbeigeführt.

Technik

Für die **Güte der Oberfläche** ist die Genauigkeit der Werkzeugeinstellung ebenso wichtig wie die genaue Ausrichtung der beiden Anschlaghälften links und rechts der Werkzeugspindel. Besondere **Gliedereinsätze erleichtern eine durchgängige Führung** des Werkstücks.



Bild: Gliederführung bei der Tischfräse



Quelle: Holz-BG, BGI 725 Arbeits- und Gesundheitsschutz Schreinereien, April 2001

Für besonders lange Teile kann die **Auflagefläche nach beiden Seiten verlängert** werden. Bei einigen Modellen wird zur Verbesserung des Transports automatisch ein Gleitmittel zugeführt.

Bild: Auflageverlängerung Tischfräse



Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft/Lemgo

Das Werkzeug muss genau eingemessen werden. Im obigen Bild ist die dafür erforderliche Lehre gleich griffbereit angebracht worden. Moderne Tischfräsen haben häufig keine Spindel mehr, sondern eine **Werkzeugaufnahme** ähnlich wie bei einer CNC-Maschine. Diese Steilkegelaufnahmen sind fix mit bestimmten Werkzeugen bestückt und können einfach ausgetauscht werden. Dadurch wird die Rüstzeit wesentlich verkürzt.

Die **Spindel selbst kann nach vorne und hinten um jeweils bis zu 50° geschwenkt** werden. Dadurch werden die Möglichkeiten der Profilierung noch deutlich erweitert. Eine Digitalanzeige ist dafür hilfreich. Dabei kann die Maschine automatisch die erforderliche Änderung der Werkzeugtiefe korrigieren.

Das Werkzeug muss gegenüber dem Auflagetisch möglichst abgedichtet werden. Im einfachsten Fall geschieht dies durch Einlegeringe entsprechend dem Werkzeugdurchmesser. Über **konische Ringe** ist dies auch motorisch nachstellbar.

Alle Werkzeugeinstellungen können **als Programm hinterlegt** werden, um die jeweilige Profileinstellung jederzeit wieder aufrufen zu können.

Das Fräsen gebogener Werkstücke erfordert das Anfertigen von Schablonen. Entlang dieser Schablonen wird die Außenkontur am Anlaufring nachgefräst. Ein **flexibles Lineal zum Aufschrauben** kann die Herstellung derartiger Schablonen in vielen Fällen ersparen. Das Lineal wird in die erforderliche Kontur gebracht und mit Spax-Schrauben auf dem Werkstück befestigt. Damit steht es als Führung am Anlaufring zur Verfügung.

Bild: Kurvenfräsen mit kuvenlinfix



Quelle: Firma Protus/Walsrode

Für kreisförmig gebogene Teile gibt es die Möglichkeit, den erforderlichen Bogen mit einer Spezialschablone zu erzeugen. Damit können sehr **schnell unterschiedliche Kurvenradien** eingestellt und als Führung für die Werkstücke verwendet werden. Die Schablone ersetzt den Anlaufring an der Fräse und kann Innendurchmesser ab 150 mm bzw. Außendurchmesser ab 350 mm erzeugen.

Bild: Bogus Schablonentechnik



Quelle. Firma Protus/Walsrode

Die **Aufbewahrung der Werkzeuge** ist in den Betrieben oft verbesserungswürdig. Bewährt haben sich mobile Werkzeugwagen, insbesondere wenn mehrere Tischfräsen zu bestücken sind. Beispielhaft ist hier ein **Werkzeugwagen** für die Werkzeuge der Tischfräse und Formatkreissäge dargestellt:



Bild: Werkzeugwagen für Tischfräsen/Formatkreissäge



Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH/Lemgo

Kennwerte

Elektrische Leistung in kW	5 ... 7,5 ... 9,5
Drehzahlbereich 1/min	3000 - 9000
Schalldruckpegel in dB(A)	84 - 88
Absauganschlüsse	Oben: 120 mm Unten: 100 mm
Absaugbedarf	1.450 m³/h
Platzbedarf für die Planung	Breite ca. 1,50 m Länge 5,00 - 7,00 m

Arbeitsschutz

Gefährdungen

Die Tischfräse wird in die **Gefährdungsstufe I** eingeordnet. Es gibt häufig kleinere Unfälle sowie auch relativ oft schwere Unfälle. Die wesentlichen Gefährdungen ergeben sich wie folgt:

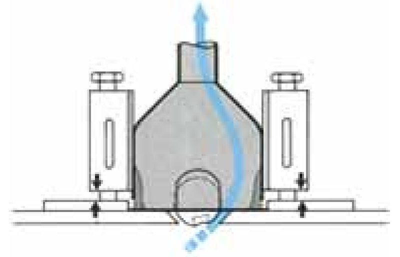
- **Rückschlaggefahr** durch das Werkzeug
- Belastung durch **Holzstaub**
- **Schnittverletzung** durch die Berührung mit dem laufenden Werkzeug
- **Lärmbelastung**

Maßnahmen

Für die Tischfräse dürfen nur **Fräswerkzeuge, die ausdrücklich für "Handvorschub" zugelassen** sind, zum Einsatz kommen. Diese Werkzeuge sind auf eine maximale Spandicke von 1,1 mm begrenzt und reduzieren damit das Rückschlagrisiko deutlich. **Dies gilt auch beim Fräsen mit Hilfe des Vorschubapparats!**

Zur Optimierung der Absaugung ist es erforderlich, dass die **Absaughaube strömungstechnisch sinnvoll** ausgelegt ist. Späne und Staub sollten möglichst ohne Ecken und Kanten dem Absaugrohr zugeführt werden.

Bild: Absaugwirkung an der Tischfräse



Quelle: Holz-BG, Sonderdruck Holzstaub

Eine **zusätzliche untere Absaugung zu der oberen Absaugung** trägt zur Senkung der Staubbelastung bei. Bei neueren Maschinen ist dies Standard, bei älteren kann dies im Einzelfall nachgerüstet werden. Daraus ergibt sich ein Gesamtanschluss von 160 mm Durchmesser für die Tischfräse.

Für Fräsen am Anlaufring sollte ein **absaugbarer Fräsanschlag** verwendet werden, der einerseits die Berührung mit dem Werkzeug verhindert und andererseits die Späne der Absaugung zuführt.

Bild: Bogenfräsanschlag mit Absaugung

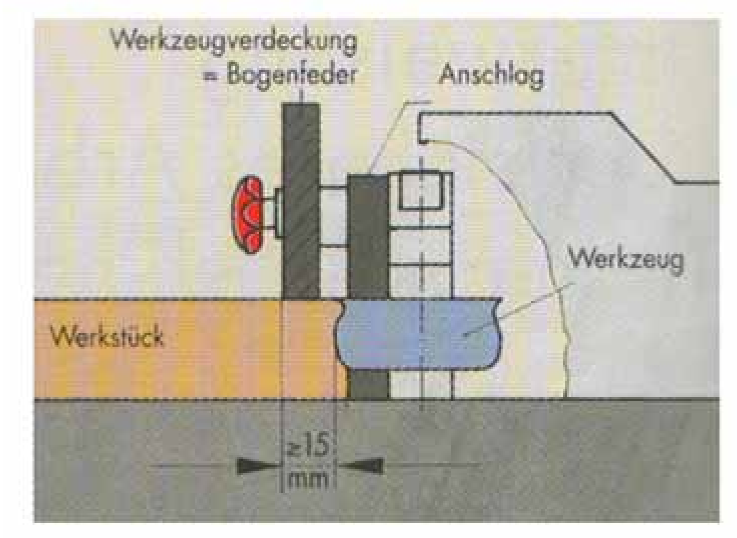


Quelle: Holz-BG, BGI 725 Arbeits- und Gesundheitsschutz Schreinereien, April 2001

Das Werkstück wird mit der Hand unmittelbar am rotierenden Werkzeug vorbeigeschoben. Dadurch ergeben sich immer wieder schwere Arbeitsunfälle. **Durch zusätzliche Abdeckungen soll die Berührung des Werkzeuges weitestgehend ausgeschlossen werden.**

Bild: Werkzeugverdeckung Tischfräse

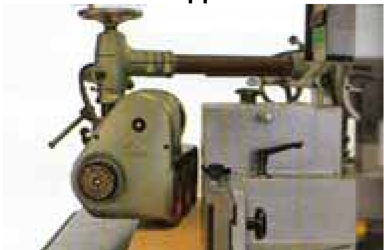




Quelle: Holz-BG, Sicheres Arbeiten an Tischfräsmaschinen, März 1996

Um Arbeitsunfälle weitestgehend auszuschließen, ist **der Vorschubapparat soweit wie möglich einzusetzen** - auch beim Probefräsen. Mit ihm wird das Werkstück automatisch am Werkzeug mit konstanter Geschwindigkeit und gleichmäßigem Andruck vorbeigeführt.

Bild: Vorschubapparat Tischfräse



Quelle: Holz-BG, Sicheres Arbeiten an Tischfräsmaschinen, März 1996

Die **Lärmbelastung** lässt sich werkzeugtechnisch nicht wesentlich beeinflussen. Gerade größere Profile sind häufig deutlich lauter als geschlossene Standardwerkzeuge. Hier ist man im Wesentlichen auf die persönliche Schutzausrüstung angewiesen.

Abbundanlagen



CNC-gesteuerte Abbundanlagen werden zunehmend auch im Zimmerhandwerk eingesetzt. Dabei handelt es sich um sehr komplexe Maschinen, in denen viele Aggregate zusammenwirken, die alle durch ein Programm angesteuert werden. Die CNC-Technik lässt sich direkt mit der Konstruktionsabteilung verbinden. Aus der CAD-Anwendung heraus können Programme für die Abbundanlage entwickelt und direkt zur Maschine übertragen werden.

Notwendigkeit

Als wesentliche **Vorteile** von Abbundanlagen können genannt werden:

- Deutliche **Reduzierung der Rüstzeiten**
- Starke **Integration** verschiedener Einzelbearbeitungen,
- **Reduzierung des Handlingaufwandes** der Werkstücke und weniger Zwischenlager
- Schnellere **Durchlaufzeiten**
- Hohe **Wiederholgenauigkeit**
- **Keine aufwändige Schablonenherstellung** für gebogene Teile

Die wesentlichen **Nachteile** sind:

- Hohe **Anschaffungskosten**
- Erhöhter **Qualifizierungsbedarf** für das Personal
- Stärkere **Spezialisierung** der Mitarbeiter
- Erheblicher **Platzbedarf**
- Großer **Luftbedarf** für die Absaugung

Eine CNC-Maschine ist nur dort sinnvoll einsetzbar, wo die **nötige Infrastruktur** vorhanden ist. Diese lässt sich wie folgt beschreiben:

1. Qualifiziertes **Personal**
2. Geeignete **Absaugung**
3. Ausreichende **Auslastung**
4. Einbindung der spezifischen CNC-Möglichkeiten in die **Arbeitsvorbereitung**

Gerade der letzte Punkt ist sehr wichtig. Die hohen Anschaffungskosten führen zu laufenden Fixkosten, die durch eine ausreichende Nutzung erwirtschaftet werden müssen. Dabei kommen schnell 3000 - 5000 Euro zusätzlich pro Monat zustande. Wird dies nicht erwirtschaftet, kann der

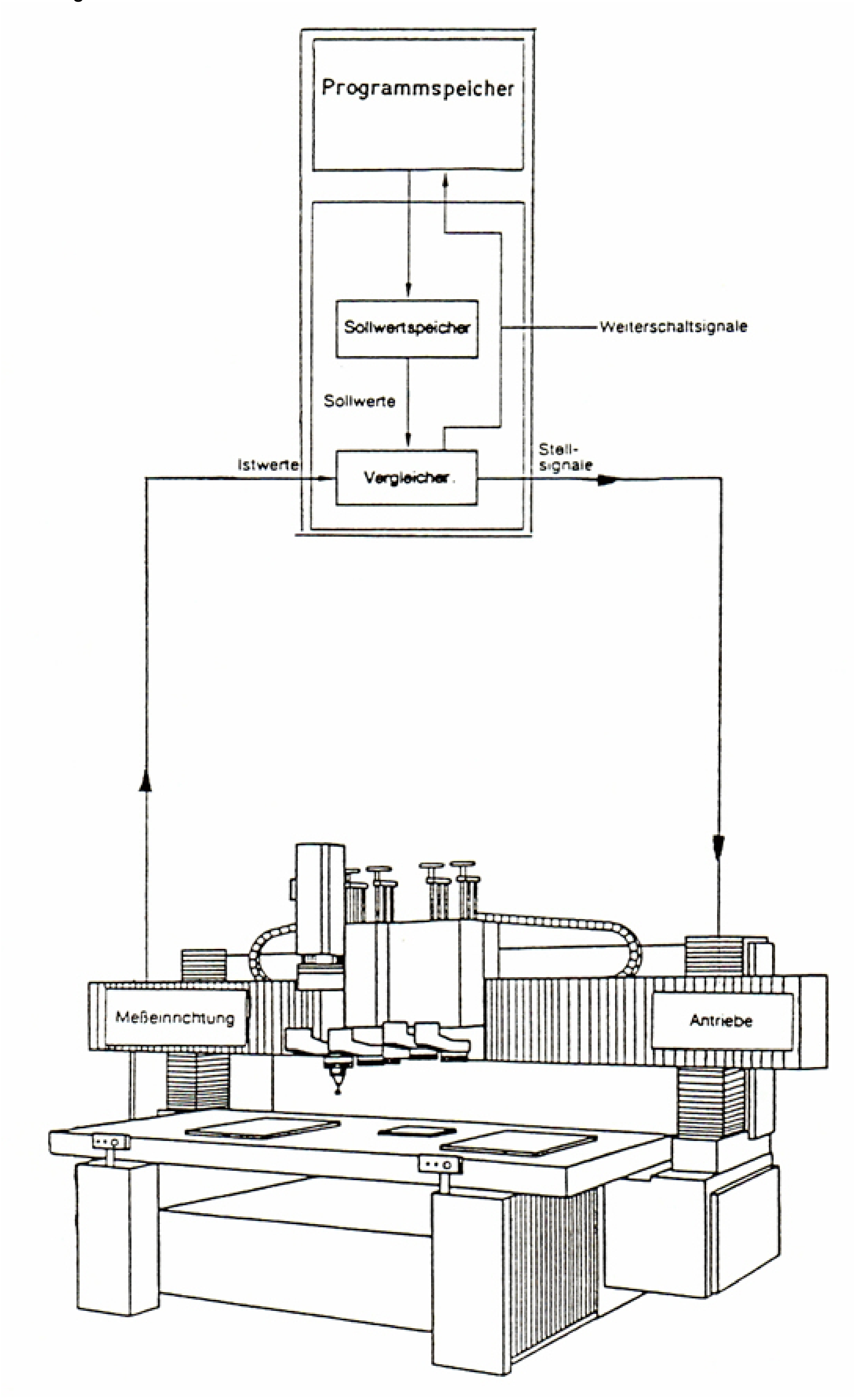
Betrieb schnell in finanzielle Engpässe geraten. In dem Fall bietet es sich an, als Zulieferer für andere Betriebe tätig zu werden oder andere Formen der Kooperation zu finden, um die Auslastung zu optimieren.

Der Verband des Zimmerer und Holzbaugewerbes Baden-Württemberg steht für weitere Beratung über die Beschaffung von CNC-Maschinen zur Verfügung.

Technik

CNC gesteuerte Bearbeitungszentren arbeiten in einem **Regelkreis**. Das Programm gibt die erforderlichen Werkzeugbewegungen vor, die ständig mit den Ist-Werten verglichen werden. Daraus werden die entsprechenden Stellsignale abgegeben. Die folgende Grafik verdeutlicht diesen Zusammenhang:

Bild: Regelkreis CNC-Maschine

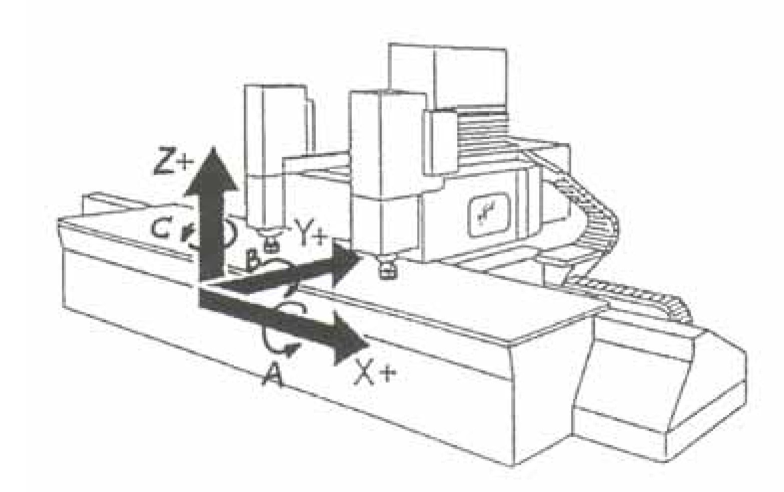


Quelle: Leitfaden CNC-Bearbeitungszentren im holz- und kunststoffverarbeitendem Handwerk, 2003

Bauarten und Achsen

Das Programm einer Abbundanlage kann je nach Maschinenausstattung die Werkzeuge in mehreren **Achsen** verfahren. Die Bezeichnung der Achsen ist genormt. Die Zuordnung wird durch die folgende Grafik verdeutlicht:

Bild: Bezeichnung der Maschinenachsen



Quelle: Leitfaden CNC-Bearbeitungszentren im holz- und kunststoffverarbeitendem Handwerk, 2003

Linearachsen

X-Achse	in Richtung der Längsachse der Maschine
Y-Achse	Bahnsteuerachse in Richtung der Querachse der Maschine
Z-Achse	in Richtung der Spindelachse senkrecht nach oben bzw. unten

Schwenk- oder Drehachsen

A-Achse	Drehachse um die X-Achse
B-Achse	Drehachse um die Y-Achse
C-Achse	Drehachse um die Z-Achse

Entsprechend der **Steuerungstechnik** werden CNC-gesteuerte Maschinen wie folgt eingeteilt:

2 1/2 D	Die Steuerung erlaubt ein Verfahren in die beiden Hauptachsen X und Y. In Verbindung mit einer einmaligen Zustellung in Z-Richtung wird die Kontur in der Ebene XY bearbeitet.
3 D	Die 3 D Steuerung kann neben den X und Y Achsen auch die Z-Achse ansteuern. Bei dieser Steuerungsart ist die Maschine in der Lage eine Schraubbewegung zu fahren, hier finden gleichzeitig Verfahrwege in allen drei Hauptachsen statt.
4 D	Bei der 4 D Steuerung wird zumeist die C-Achse mit einbezogen. Sie beschreibt eine Drehung des Koordinatensystems um die Z-Achse im Uhrzeigersinn. Damit kann z. B. eine Nut unter einem Winkel von 45 ° gefräst werden. Dabei wird das Aggregat in der C-Achse entsprechend gedreht.
4 1/2 D	Für Gehrungsschnitte z. B. an Boden- und Seitenteilen reicht eine 4 D Steuerung nicht aus, da sich das Nutsägeaggregat zwar um die C-Achse dreht, nicht aber

	geneigt werden kann. Diese Funktion ist mit der 4 1/2 Achse gegeben.
5 D	Um vollständig flexibel zu sein und jede dreidimensionale Kontur bearbeiten zu können, sind Maschinen mit 5 programmierbaren Achsen entwickelt worden. Derartige Steuerungen haben vor allem im Treppenbau ihren Platz z. B. in der Bearbeitung von Krümmlingen.

Bauarten

CNC-gesteuerte Abbundanlagen können in die beiden Grundtypen Stationär- und Durchlaufbearbeitung unterschieden werden.

Stationärbearbeitung

Bei der Stationärbearbeitung wird das zu bearbeitende Werkstück auf dem Bearbeitungstisch fixiert. Die Bearbeitung erfolgt durch eine Portalfräse in allen erforderlichen Richtungen. Zumeist kann der Bearbeitungstisch zusätzlich in X-Richtung verschoben werden.

Ein Vorteil dieser Bauart ist, dass das Werkstück über die ganze Bearbeitung fest eingespannt bleibt. Dies verbesserte die Bearbeitungsgenauigkeit. Die Bearbeitung selbst kann schneller erfolgen, da mehrere Aggregate gleichzeitig die Bearbeitung durchführen und die erforderlichen Werkzeuge schneller bereitgestellt werden. Bei der Portalbauweise können zudem auch breitere Bauteile wie Leimbinder oder Wandelementen aufgespannt und bearbeitet werden.

Bild: Bearbeitungszentrum Portalbauweise für Stationärbearbeitung



Durchlaufbearbeitung

Bei der Durchlaufbearbeitung werden die einzelnen Bauteile mit einer Transporteinrichtung an den verschiedenen stationären Bearbeitungsaggregaten vorbeitransportiert. Vor der eigentlichen Bearbeitung wird das Werkstück im Umfeld des Werkzeugaggregats festgespannt.

Vorteilhaft ist hier vor allem das kontinuierliche und einfache Beschicken und Abtransportieren der Holzbauteile. Gerade bei der Bearbeitung einer größeren Anzahl von Sparren wird dadurch der Durchsatz wesentlich erhöht. Zudem kann in Linie eine Vierseitenhobelmaschine geschaltet werden, um die Oberflächenbearbeitung zu komplettieren.

Die zu bearbeitenden Querschnitte werden begrenzt durch die Transportfähigkeit der Anlage. Die damit erreichte Genauigkeit ist etwas geringer als bei der Stationärbearbeitung.

Bild: Abbundanlage im Durchlauf



Bearbeitungsarten



Sägen

Das Sägeaggregat kann normalerweise im Winkel von 0 - 360 ° bei einer Neigung von 0 - 90 ° eingesetzt werden und dabei alle Schnittarten (Längs-, Schräg-, Gehrungs- sowie Schifterschnitte) ausführen.



Fräsen

Die Fräsaggregate dienen dem Profilieren der Bauteile in Längsrichtung und dem Anfräsen von Verbindungen wie Keilzinken, Zapfen u.ä.



Bohren

Es werden mit dem Aggregat Bohrbilder erstellt, in die Verbindungselemente wie Dübel, Schrauben o.ä. eingepasst werden.



Nuten

Mit dem frei positionierbaren Kettenfräsaggregat können Nuten für Schlitzbleche oder ähnliche Verbindungsmittel gefräst werden.



Hobeln

Bei größeren Anlagen werden Hobelaggregate zum Egalisieren von Bauteiloberflächen eingesetzt.

Werkzeuge

Einfachere CNC-Bearbeitungszentren sind mit einem Werkzeugbestand fest bestückt. Die Werkzeuge müssen manuell ausgetauscht werden. Zunehmend haben sich aber so genannte **Werkzeugwechsler** etabliert, um die Fräsaggregate kleiner zu halten und über eine größere Auswahl von Werkzeugen zu verfügen. Die Werkzeuge werden dazu senkrecht am Umfang einer Scheibe untergebracht, wobei die Scheibe sich für den Werkzeugwechsel an die jeweils benötigte Position dreht. Dabei können bis zu 16 Werkzeuge aufgenommen werden. Bei Kettenmagazinen können sogar bis zu 24 Werkzeuge automatisch verfügbar gehalten werden.

Bild: Werkzeugwechsler

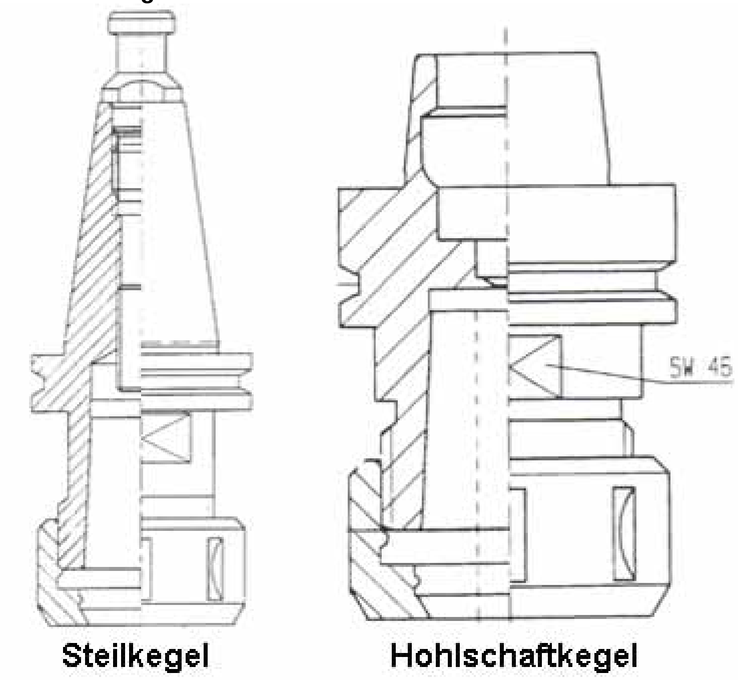


Quelle: Leitfaden CNC-Bearbeitungszentren im holz- und kunststoffverarbeitendem Handwerk, 2003

Werkzeuge mit kleinerem Durchmesser werden mittels **Spannzange** oder **Hydrospannfutter** in einer Werkzeugaufnahme gehalten. Größere Werkzeuge werden direkt mit der **Werkzeugaufnahme** verbunden. Dabei kommen folgende Systeme in der Praxis zum Einsatz:

- Steilkegelaufnahme (SK)
- Hohlschaftkegelaufnahme (HSK)

Bild: Werkzeugaufnahme



Quelle: Leitfaden CNC-Bearbeitungszentren im holz- und kunststoffverarbeitendem Handwerk, 2003

Materialausbeute

Mit speziellen Verschnittprogrammen kann der Materialeinsatz deutlich optimiert werden. Je nach verfügbaren Bauteillängen kann dadurch das Holz besser ausgenutzt werden.

Arbeitsschutz

Gefährdungen

CNC-Bearbeitungszentren werden in die **Gefährdungsstufe III** eingeordnet. Leichte Unfälle sind sehr selten und schwere Unfälle nur in extremen Ausnahmefällen zu erwarten. Dabei kommt es zu folgenden Gefährdungen:

- Belastung durch **Holzstaub**
- **Quetschungen** an den bewegten Maschinenteilen des Vorschubs
- **Lärmbelastung**
- **Transport schwerer Werkstücke**

Maßnahmen

CNC-Bearbeitungsmaschinen sind sehr schwierig abzusaugen. Da gerade beliebig geformte Teile frei im Raum bearbeitet werden sollen, können die Späneerfassungseinrichtungen nur schlecht an das Werkzeug herangeführt werden. Eine Erfassung der Späne durch die Ablenkung eines Luftstroms innerhalb einer Absaughaube ist kaum möglich. Wie das folgende Bild verdeutlicht, lässt sich die hohe Bewegungsenergie der Späne schwer in die erforderliche Richtung der Absaugung bringen.

Bild: Absaugung von Spänen in einer Absaughaube



Quelle: Holz- und Kunststoffbearbeitung, 12/04, S. 72

Die Holzberufsgenossenschaft empfiehlt deshalb, für die **CNC-Maschine mit höheren Luftgeschwindigkeiten zu planen**, als dies bei den herkömmlichen Maschinen erforderlich ist. Dadurch kommt schnell ein Absaugbedarf von 5 - 6000 m³/h zusammen. Die Absaughaube wird über einen flexiblen Anschlussschlauch mit dem Absaugsystem verbunden, um die Bewegungsfähigkeit der Maschine nicht einzuschränken. Diese Schläuche werden durch die vielen wechselnden Bewegungen stark belastet und müssen deshalb regelmäßig kontrolliert werden. Sie können fest mit einem Absaugrohr verbunden sein oder aber in einem lippenförmig abgeflachten **Absaugwagen** mitgeführt werden. Der Übergangswiderstand solcher Lippenrohre ist allerdings recht hoch. Er kommt bei größeren Verfahrwegen zum Einsatz. Über die Steuerung kann er auch motorisch angetrieben werden.

Bild: Absaugwagen CNC-Bearbeitungszentrum



Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH/Lemgo

Durch das **Einhausen der Maschine** werden die direkten Staubbelastungen der Mitarbeiter deutlich verringert.

Durch verschiedene **Sicherheitseinrichtungen** wird das Risiko minimiert, dass es zu Verletzungen durch Vorschubaggregate kommen kann. Dies sind:

- **Umzäunung** oder Kapselung mit elektrischer Verriegelung
- Trittmatte und **Lichtschranken** im Bereich der Werkstückaufgabe
- Gepolsterte **Stoßfänger** an den Ecken des Hauptaggregats (Bumper)

Im Normalbetrieb stellen diese Einrichtungen sicher, dass es zu keiner Berührung kommen kann. Das **Risiko ist deutlich erhöht, wenn im manuellen Betrieb Einstellarbeiten oder Testabläufe gefahren werden**.

Die **Lärmbelastung** ist bei offenen Maschinen recht hoch. Hier entstehen Lärmpegel zwischen 85 und 90 **dB(A)**. Durch das Einhausen der Maschine kann der Pegel deutlich abgesenkt werden auf bis zu 73 dB(A).

Bei intensiverer Nutzung der Maschine bietet es sich gerade bei der Bearbeitung größerer Serien an, **Vakuum- Hebeeinrichtungen** zu verwenden. Aber auch im Treppenbau werden große Formteile bearbeitet, die mit entsprechenden Hebesystemen deutlich einfacher zu handhaben sind.

Bild: Hebeeinrichtung für Balken



Holzschutzbehandlung

Die Holzschutzbehandlung im Zimmererhandwerk deckt folgende Funktionen ab:

- **Verbesserung des Holzschutzes** durch das Einbringen von Holzschutzmitteln
- **Senkung der Wasseraufnahmefähigkeit** durch Imprägniermittel
- **Farbige Gestaltung** der Holzoberfläche durch Lasuren

Dabei kommen folgende **Verfahren** zum Einsatz:

- Manuell mit Pinsel und Rolle
- Kleine Durchlaufanlagen
- Kleinere Tauchbecken
- Troganlagen
- Kesseldruckanlagen
- Spritzen und Lackieren

Die dabei eingesetzten Oberflächenmittel können gleichzeitig verschiedene Funktionen abdecken. Deckende Farbbeschichtungen, die im Spritzverfahren aufgetragen werden, kommen vergleichsweise selten vor. Nähere Informationen zu den dafür eingesetzten Technologien können im Bereich Schreiner > Technologien > Oberflächentechnologien eingesehen werden.

Für die Behandlung mit Holzschutzmitteln kommen **Tränkanlagen** in Betracht, die drucklos oder als Kesseldruckanlagen eingesetzt werden.

Die Imprägnierung kann im Tauchverfahren erfolgen oder in speziellen **Imprägnieranlagen**. Häufig geht damit auch die farbliche Gestaltung der Holzoberfläche einher.

Bauliche Voraussetzungen

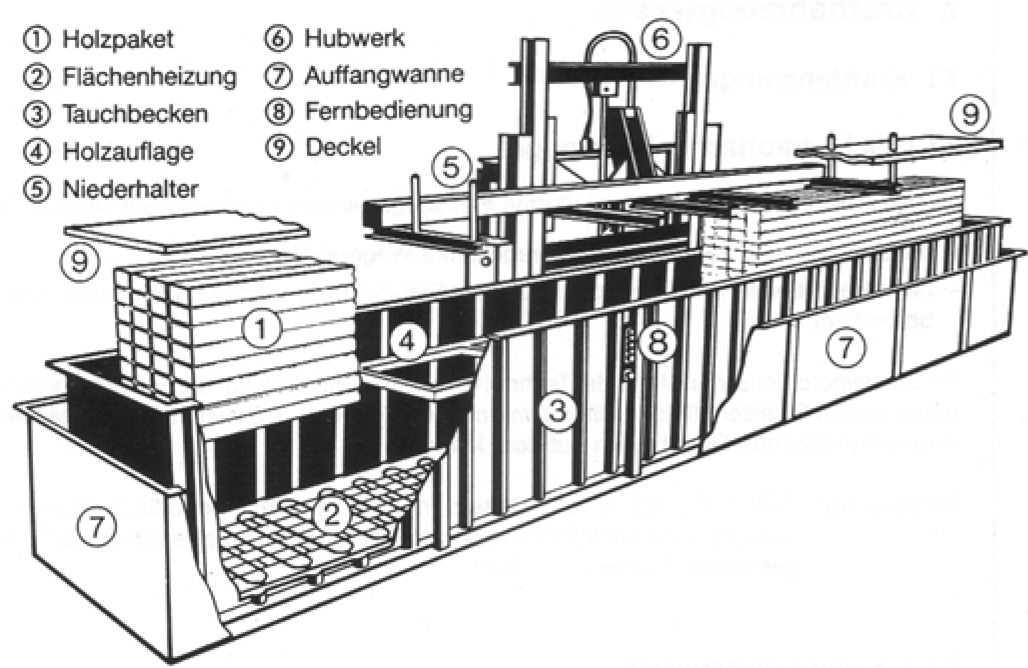
Kesseldruck- und Troganlagen finden sich zumeist nur in spezialisierteren Betrieben, die einen bestimmten Materialdurchsatz haben. Diese Anlagen dienen dazu, Holzschutzmittel in ausreichender Menge in die Holzteile einzubringen, um diese je nach Einsatzbereich gegen Pilze oder Insekten zu schützen.

Für einen **optimalen Holzschutz sollte die Behandlung (auch Imprägnierung genannt) möglichst nach dem Abbund der Holzbalken erfolgen.** Spätere Nachbearbeitungen der Holzteile müssen

dann nicht manuell nachgestrichen werden. Bei der im Baubereich überwiegend eingesetzten Holzart Fichte ist es mit Einpinseln oder Streichen kaum möglich, Holzschutzmittel in ausreichender Menge einzubringen.

Trog- und Kesseldruckanlagen sind meist in eigenen Hallen oder unter einem Vordach eingerichtet, um die Anlagen mit einem Stapler gut beschicken zu können. Die zum Einsatz kommenden Mittel weisen eine **Wassergefährdung der Klasse 2 oder 3** auf. **Es ist deshalb wichtig, baulich zu gewährleisten, dass keine Holzschutzmittelreste in das Grundwasser gelangen können.**

Bild: Trogtränkanlage mit zugehöriger Auffangwanne



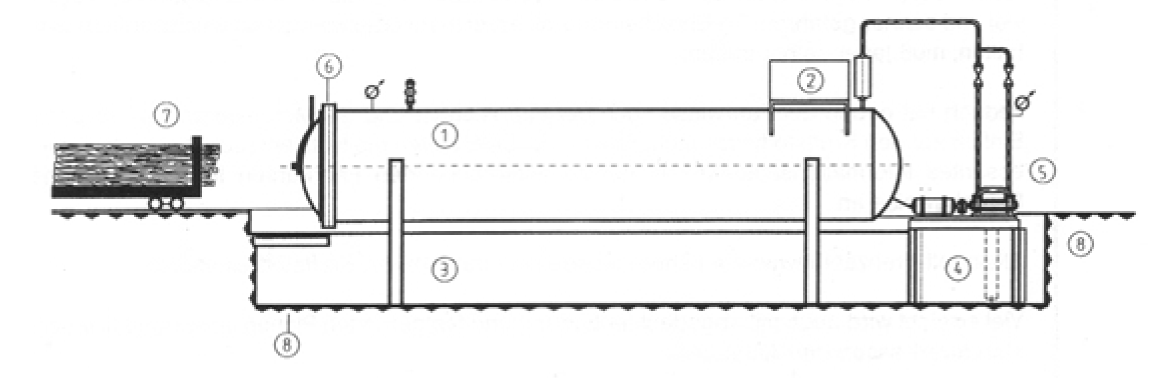
Quelle: Umwelt- und Arbeitsschutz im Zimmererhandwerk, BDZ, 1995

Die gesamte Anlage muss in einer **dichten Auffangwanne** stehen, deren Material gegen das Holzschutzmittel beständig sein muss. In der Regel verwendet man Stahlbetonwannen mit einer Beschichtung oder Auskleidung, wobei die Beschichtung bauaufsichtlich zugelassen sein muss.

Um die Funktion einer Auffangwanne zu erfüllen, dürfen keine Auslauf-/Ablauföffnungen vorhanden sein. **Zur ausreichenden Kontrolle** müssen die Auffangwannen

- **gut einsehbar** oder
- mit einem **automatischen Leckanzeigegerät** ausgerüstet sein.

Bild: Kesseldruckimprägnieranlage mit Betonauffangwanne



1 - Imprägnierkessel
2 - Schaltschrank
3 - Vorratsbehälter für die Imprägnierlösung
4 - Anmisch- / -setzgefäß für Schutzmittel- und Wasserzugabe
5 - Pumpen (Druck / Vakuum)
6 - Kesselverschluß
7 - Tränkwagen mit Imprägniergut
8 - Betonauffangwanne (z.B. B 25 mit Beschichtung)

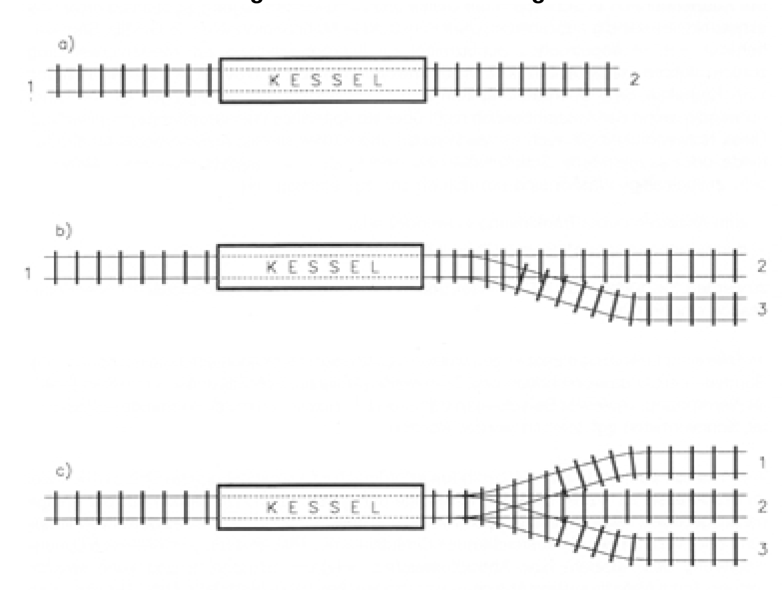
Quelle: Umwelt- und Arbeitsschutz im Zimmererhandwerk, BDZ, 1995

Je nach Vakuumtechnologie können nach der Imprägnierung Holzschutzmittelreste abtropfen. **Der Ausziehbereich ist deshalb dicht und schutzmittelbeständig auszubilden.** Über konstruktive Maßnahme, wie z.B. Gefälle, Sammelbehälter oder ähnliches, ist das nach der Imprägnierung abtropfende Holzschutzmittel wiederzuverwerten. Ein zusätzlicher Filter gewährleistet, dass Fremdbestandteile wie Späne oder Schmutz zurückgehalten werden.

Eine **Überdachung zum Schutz vor Regen ist unbedingt notwendig**, wenn der Ausziehbreich nicht über ein spezielles Wasserauffangssystem verfügt, welches das schutzmittelhaltige Wasser einer betrieblichen Wasseraufbereitungsanlage zuführt.

Je nach eingesetzter Technologie und Platz sind folgende **Gleisanordnungen** bei Kesseldruckanlagen denkbar:

Bild: Gleisanordnungen bei Kesseldruckanlagen



Quelle: Umwelt- und Arbeitsschutz im Zimmererhandwerk, BDZ, 1995

Im Beispiel a) wird der Bereich 1 und 2 zum Beladen vor bzw. Abtropfen nach Imprägnierung genutzt. Im Beispiel b) wird der Bereich 1 zum Beladen, 2 und 3 alternierend zum Abtropfen und Entladen genutzt. Einen vergleichsweise geringen Platzbedarf weist die Variante c) auf. Hier werden die Bereiche 1, 2 oder 3 alternierend zum Be- und Entladen genutzt.

Tränkanlagen

Tränkanlagen dienen vorrangig dazu, Holzschutzmittel in das Holz einzubringen, damit es beständiger gegen tierische und pflanzliche Schädlinge wird. Ob der Einsatz von Holzschutzmitteln überhaupt erforderlich ist und welche Wirksamkeit je nach Einsatzbereich des Holzes eingesetzt werden muss, ergibt sich aus der **Gefährdungsklasse**.

Der Einsatz von Tränkanlagen stellt immer auch ein Risiko für die Umwelt dar. Die eingesetzten Holzschutzmittel sind zwar zumeist wasserlöslich, aber sie sind aufgrund ihrer **bioziden** Wirkstoffe erhebliche wassergefährdend. Der Einsatz solcher Anlagen setzt daher ausreichende bauliche Maßnahmen zum Schutz des Grundwassers voraus.

Grundsätzlich **dürfen Holzschutzmittel nicht im Spritzverfahren verarbeitet werden**. Der vorbeugende Einsatz von Holzschutzmittel sollte generell in geschlossenen Tränkanlagen erfolgen, da nur hier ein optimaler Arbeits- und Umweltschutz gewährleistet werden kann.

Kesseldruckanlagen

Kesseldruckanlagen sind runde geschlossene Kammern. Das Holz wird darin chargenweise eingefahren und bei erhöhten bzw. wechselnden Drücken von 6 - 14 bar mit Holzschutzmittel beaufschlagt. Dabei wird das Holzschutzmittel in die Hohlräume des Holzes gedrückt.

Bild: Kleine Kesseldruckanlage



Die wechselnden Druckverhältnisse erleichtern das Eindringen des Holzschutzmittels in das Holz. Gerade bei Fichtenhölzern ist es recht schwierig, Holzschutzmittel tief genug einzubringen. Je trockener das Holz ist, desto stärker verdichten sich die Zellöffnungen und verhindern das Eindringen der Holzschutzmittel.

Der Prüfbescheid des jeweiligen Holzschutzmittels legt fest, welche Mindestmenge in das Holz eingebracht werden muss. **Jede Holzschutzmittelbehandlung ist genau zu protokollieren.** Damit muss dokumentiert werden:

- **Produkt** (Holzart, Holzmenge, Holzfeuchtigkeit)
- **Holzschutzmittel** (Art, Imprägniermittelkonzentration, Einbringmenge je m³ Oberfläche)
- **Datum und Dauer** der Behandlung (Tauchzeit, Abtropfzeit, Fixierzeit)

Die Dokumentation wird durch Anlagentechnik sichergestellt.

Bild: Eindringtiefe des Holzschutzmittels bei kesseldruckimprägniertem Holz



Für den Schutz der Umwelt sind bei Kesseldruckanlagen eine Reihe von baulichen Maßnahmen durchzuführen, die u.a. im **"Merkblatt für den sicheren Betrieb von Kesseldruckanlagen mit wasserlöslichen Holzschutzmitteln" der Deutschen Gesellschaft für Holzforschung e. V.** (DGfH) beschrieben sind.

Schadstoffbelastung

Bei Messungen der Holz-Berufsgenossenschaft wurde festgestellt, dass

- im **Bereich der Kesselöffnung,**
- am Misch- bzw. **Vorratsbehälter** und
- an der **Vakuumpumpe**

einatembare Tröpfchen (Aerosole) der Imprägnierlösung in erheblicher Konzentration freigesetzt werden können. An diesen Stellen wurden teilweise Chromatkonzentrationen gemessen, die über dem TRK-Wert lagen.

Folgende Maßnahmen schlägt die Berufsgenossenschaft vor, um die Schadstoffkonzentration im Arbeitsbereich zu senken:

- Im Bereich der Kesselöffnung kann die Freisetzung von Aerosolen verhindert werden, wenn nach dem Druckausgleich durch eine mindestens einstündige Wartezeit sichergestellt ist, dass sich im Kessel befindliche Flüssigkeitströpfchen niedergeschlagen haben.

- Am Dosier-, Misch- und Vorratsbehälter sollten die Rohrleitungen so geführt werden, dass durch die rückgeführte Imprägnierlösung in Arbeitsräumen keine Tröpfchenbildung auftritt, z.B. Rückführungsleitung von der Druckpumpe bis unmittelbar über den Flüssigkeitsspiegel führen oder den Bereich abdecken.
- An Vakuumpumpen, die nach dem Prinzip der Flüssigkeitsringpumpe arbeiten, müssen auf der Druckseite Einrichtungen vorhanden sein, die die Freisetzung von Flüssigkeitströpfchen (Aerosolen) in den Arbeitsraum verhindern, z.B. Flüssigkeitsabscheider.

Kesseldruckanlagen kommen auch verstärkt für die **Vergütung von Hölzern** zum Einsatz. Durch die Thermobehandlung mit Öl und natürlichen Harzen kann die Widerstandsfähigkeit des Holzes erhöht und dessen Arbeiten bei schwankender Holzfeuchte verringert werden.

Bild: Thermisch modifiziertes Holz



Trogtränkanlagen

Tränkanlagen arbeiten ohne Überdruck. Die Hölzer werden chargenweise in ein Tauchbecken eingefahren und können mehrere Tage lang in Holzschutzmittel getränkt werden.

Bild: Trogtränkanlage



Die beim Trogtränken erreichbare Eindringtiefe ist deutlich geringer als beim Kesseldruckverfahren. Die Behandlung ist von daher nur geeignet für die Gefährdungsklassen 1 und 2. Größere Holzschutzmittelmengen können damit nicht in das Holz eingebracht werden.

Die **Dokumentation** der tatsächlich eingebrachten Holzschutzmittelmenge ist deutlich schwieriger als bei der Kesseldruckimprägnierung. Inzwischen wurden aber auch dafür Verfahren entwickelt, die den Flüssigkeitspegel in der Troganlage sehr genau messen können und somit eine genaue Dokumentation ermöglichen, die mit der bei Kesseldruckanlagen vergleichbar ist.

Für den Schutz der Umwelt sind bei Trogtränkanlagen entsprechende Maßnahmen im **"Merkblatt für den sicheren Betrieb von Nichtdruckanlagen mit wasserlöslichen Holzschutzmitteln" der Deutschen Gesellschaft für Holzforschung e.V.**
(DGfH) beschrieben.

Die Tränkbehälter sind mit einer **Überlaufsicherung zum automatischen Abschalten der Hubvorrichtung** auszurüsten. Durch diese Sicherung muss gewährleistet werden, dass der Höchstfüllstand bei der Beschickung des Tränkbehälters nicht überschritten wird. Zwischen Beckenrand und Flüssigkeitsstand soll ein Abstand von 10 cm (bei automatischer Füllstandsanzeige) bzw. 15 cm (ohne Füllstandskontrolle) verbleiben.

Einwandige Tränkbehälter müssen in dichten Auffangwannnen installiert sein. Der Abstand zwischen der Auffangwanne und dem Tränkbehälter muss mindestens betragen:

- 40 cm auf mindestens 2 angrenzenden Seiten
- 25 cm auf den übrigen Seiten
- 10 cm Bodenfreiheit mit quer zum Tränkbehälter angeordneten Unterlagen.

Einwandige Behälter, die in einer nicht einsehbaren Auffangwanne stehen, müssen mit einem selbsttätigen Leckmeldegerät ausgerüstet sein.

Beim **Beschicken der Tauchanlage** ist das Hubwerk gleichmäßig zu belasten. Der **allseitige Abstand der Pakete vom Beckenrand muss mindesten 10 cm betragen**. Eingefahrenes Tränkgut darf nicht mit Bodenschlamm in Berührung kommen.

Beim **Ausfahren** sollte das Tränkgut solange oberhalb der Tränkflüssigkeit verbleiben, bis keine Schutzmittelflüssigkeit mehr abtropft. Durch **Schrägstellen des Holzes** wird ein schnelles und besseres Abtropfen erreicht.


Bild: Schrägstellung zum Abtropfen über einer Tränkanlage



Fixierung

Damit das Holzschutzmittel sich fest mit dem Holz verbinden kann, muss das frisch behandelte Holz zunächst abtropfen und dann über eine vom Hersteller vorgegebene Zeit gelagert werden. Dies ermöglicht eine Fixierung der Wirkstoffe im Holz, die über Jahrzehnte wirksam bleibt. **Die frisch imprägnierten Hölzer dürfen nicht dem Regen ausgesetzt werden.**

Sie sollten **auf 30 cm hohen Stapeluntersätzen gelagert** werden, damit kein Kontakt zum Erdreich oder stehendem Wasser besteht und das Holz gut unterlüftet wird. Erst nach Ablauf der Fixierzeit

dürfen sie ausgeliefert werden. Dadurch wird verhindert, dass Holzschutzmittelbestandteile durch Regen unkontrolliert ausgewaschen werden und ins Grundwasser gelangen.

Persönliche Schutzausrüstung



Im Umgang mit Holzschutzmitteln und frisch behandelten Hölzern sollte immer ein **Handschutz** getragen werden, damit keine bioziden Mittel in die Haut gelangen können.



Beim Anmischen der Holzschutzmittellösung und generell beim Einbringen der Hölzer in die Troganlage sollte immer auch ein **Augenschutz** verwendet werden, um zu vermeiden, dass Spritzer des Holzschutzmittels ins Auge gelangen können.

Imprägnieranlagen

Imprängieranlagen dienen dem Oberflächenschutz der Holzteile, häufig wird damit auch eine Farbgebung aufgebracht. Bei kleinen Verarbeitungsmengen geschieht dies per Hand, mit Hilfe von Walzengeräten oder Pinseln. Über Imprägnieranlagen kann das Auftragen sehr viel schneller und effektiver erfolgen. Dabei können folgende Materialien verarbeitet werden:

- Farblose Wachse
- wasserlösliche Lasuren
- lösemittelhaltige Imprägnierungen
- Wasserbeizen

Schnelltrocknende Systeme mit hohen Lösemittelanteilen (z.B. Lösemittel- oder Spiritusbeizen) können damit nicht verarbeitet werden, da ansonsten die Bürsten antrocknen.

Die Schichtdicke, die in einem Arbeitsgang aufgetragen werden kann, ist auf max. 100 µm nass begrenzt.

Bei der **Verarbeitung von wasserlöslichen Mitteln** ist unbedingt darauf zu achten, dass die Anlage aus **Edelstahl** hergestellt ist.

Bild: Kleine Imprägnieranlage



Die Bauteile werden aufgelegt und über Einzugswalzen bei einer **Vorschubgeschwindigkeit von bis zu 30 m/min** durch die Anlage transportiert. Größere Anlagen weisen einen Vorschub bis zu 120 m/min auf. Die zu verarbeitende Bauteilgröße wird entsprechend der Anlagendimensionierung begrenzt. Dabei können max. 1500 mm in der Breite und 600 mm in der Höhe erreicht werden.

Die Anlagen können in eine Abbundanlage integriert werden, um die Teile im Durchlauf nach dem Hobeln beschichten zu können.

In der Anlage selbst wird das Oberflächenmittel allseitig auf das Holzbauteil aufgesprüht. Bis zu 6 Bürsten verschlichten und vergleichsmäßigen das Mittel auf der Oberfläche. Das überschüssige Material wird erfasst, gefiltert und **im Kreislauf wieder neu aufgetragen**.



Bild: Bürstensystem einer Imprägnieranlage



Größere Anlagen arbeiten mit einem Vakuum. Dadurch wird die Erfassung von überschüssigen Oberflächenmitteln optimiert und die Durchsatzgeschwindigkeit deutlich gesteigert.

Das Reinigen der **Bürsten zum Verschlichten** kann optimiert werden, indem diese **in speziellen Behältern aufbewahrt** werden. Dies verhindert ein An- bzw. Austrocknen des Materials auf den Bürsten, sodass diese ohne große Reinigungen schnell eingesetzt werden können.

Bild: Konservierungsbehälter für die Bürsten



Persönliche Schutzausrüstung



Bei der Handhabung von frisch behandelten Holzteilen sollte immer ein **Handschutz** getragen werden, um die Haut nicht zu belasten.

Handarbeitsplätze

Während im Maschinenbereich die Arbeitsabläufe eindeutig strukturiert sind, ist es im Handarbeitsbereich sehr viel schwieriger, den Arbeitsfluss zu planen. Hier vermischen sich Hand- und Maschinenarbeit. Die spezifischen Anforderungen an den jeweiligen Auftrag bedingen sehr unterschiedliche Abläufe und Bearbeitungen. Daraus ergeben sich in der **Praxis typische Schwierigkeiten**:

- Der Zeitbedarf für den Handarbeitsbereich ist sehr viel schwieriger abzuschätzen als im Maschinenbereich.
- Das Einrichten des jeweiligen Arbeitsplatzes kann durch vielfältige Suchvorgänge nach Schrauben, Beschlägen, Spannhilfen usw. recht lang dauern. Dafür werden oft mehrere Kilometer pro Tag zurückgelegt.

- Die vielfältige Nutzung von Maschinen im Handarbeitsbereich erhöht das Unfallrisiko. Versorgungsleitungen und Absaugschläuche erschweren das Arbeiten und erhöhen die Stolpergefahr.
- Starre Arbeitssysteme führen oft zu ungünstigen Arbeitspositionen. Der Mitarbeiter muss sich den Arbeitseinrichtungen anpassen.
- Die vielfältigen Auftragsgrößen in Verbindungen mit einem häufigen Zwischenlagern von halbfertigen Teilen führen zu erheblichen Platzproblemen. Die Transportwege werden verstellt. Der Arbeitsbereich kann dem Auftragsbedarf nicht flexibel angepasst werden.

Handmaschinen werden nicht nur in der Werkstatt, sondern auch häufig auf der Baustelle eingesetzt. Hier erfordert der sichere Umgang mit ihnen eine **ausreichende Unterweisung** der Mitarbeiter.
Die Berufsgenossenschaft-Bau bietet mit ihrem **Lehrgang "Z.83 Maschinenkurs"** eine umfassende Einweisung in den sicheren Umgang mit den Maschinen an. Damit hat der Unternehmer eine gute **Rechtssicherheit**, im Falle eines Arbeitsunfalls ausreichend Vorsorge getroffen zu haben.

Für die Produktivität kommt dem Handarbeitsbereich eine wichtige Bedeutung zu. Da die maschinentechnische Ausstattung in den Betrieben zumeist auf einem hohen Niveau liegt, verlagert sich der Zeitbedarf zunehmend in die Bereiche **Handarbeit und Montage**. Hier liegt der **Anteil der direkt produktiven Tätigkeiten im Regelfall unter 25 %**, d.h. mehr als dreiviertel der Anwesenheitszeit wird benötigt für:

- **Suchvorgänge**
- **Transportieren** von Teilen
- **Rückfragen** und Informationsbeschaffung
- **Einrichten** von Arbeitsplätzen

Eine gute Strukturierung und Organisation im Handarbeitsbereich kann sehr viel mehr zur betrieblichen Gesamtproduktivität beitragen als eine neue Maschine.

Bild: Gut eingerichteter Handarbeitsbereich



Dazu ist es erforderlich, diesen Bereich sehr eng mit den Mitarbeitern zusammen zu analysieren und gemeinsam Verbesserungsmaßnahmen anzugehen.

- Gestaltung des **Arbeitsbereichs**
- **Ver- und Entsorgung** mit Energie und Absaugleistung
- Sicherer Umgang mit **Handmaschinen**
- Optimierung durch **Funktionseinheiten**
- Mobile Nutzung von **Spannhilfen**

Handhabung und Schutzmaßnahmen

Allgemein werden Handmaschinen der **Gefährdungsstufe II** zugeordnet. Es besteht ein **erhebliches Verletzungsrisiko durch Berühren des Werkzeuges oder durch wegfliegende Teile**.

Von daher ergeben sich folgende **allgemeine Hinweise zur Handhabung** und Sicherstellung eines ausreichenden Arbeitsschutzes:

- Vor jeder Nutzung sollte kontrolliert werden, ob alle erforderlichen Schutzeinrichtungen an der jeweiligen Maschine vorhanden sind. **Insbesondere ist zu prüfen, ob Anschlussleitung oder Gerätestecker Beschädigungen aufweisen!**

- Den Stecker nicht durch Ziehen an der Anschlussleitung herausziehen.
- **Zum Werkzeugwechsel ist die Maschine immer von der Energiezufuhr zu trennen!** Gleiches gilt für Reparaturen und der Beseitigung von Störungen.
- Vor dem **Ablegen der Maschine**, den **Werkzeugstillstand abwarten** und darauf achten, dass man die Maschine an einer geeigneten Stelle ablegt!
- **Handkreissäge, Handoberfräse und Handhobel sollten immer an einen Staubsauger angeschlossen** werden. Bei den schleifenden Maschinen sollte man zumindest mit einer integrierten Stauberfassung arbeiten.
- Handmaschinen weisen eine **hohe Lärmbelastung** auf. Dabei können Spitzenwerte von mehr als 90 **dB(A)** auftreten. Es empfiehlt sich deshalb, **auch bei kurzen Laufzeiten einen Gehörschutz zu tragen**!



Bild: Persönliche Schutzausrüstung bei Handmaschinen



Quelle: Zimmerei-Handmaschinen, Bau-BG, 2000

- Bei vielen Fräs- und Hobelvorgängen ist die Gefahr groß, dass Späne ins Auge geraten. Hierbei empfiehlt sich das **Tragen einer Schutzbrille!**

- **Scharfe Werkzeuge tragen zur Lärmminderung bei** und verbessern die Handhabung der Maschinen. Stumpfe Werkzeuge erzeugen starke Widerstände bei der Bearbeitung und erhöhen so das Risiko, dass sich die Maschinen verkanten oder festsetzen.

Die Berufsgenossenschaft Bau bietet mit ihrem **Lehrgang Z 83** einen **Kursus für die Handhabung der Handmaschinen** im Zimmerergewerk an. Damit wird eine ordnungsgemäße Einweisung sichergestellt und der Betrieb hat eine ausreichende **Rechtssicherheit**, wenn es später auf der Baustelle eventuell zu Arbeitsunfällen kommt.

Hobelmaschinen

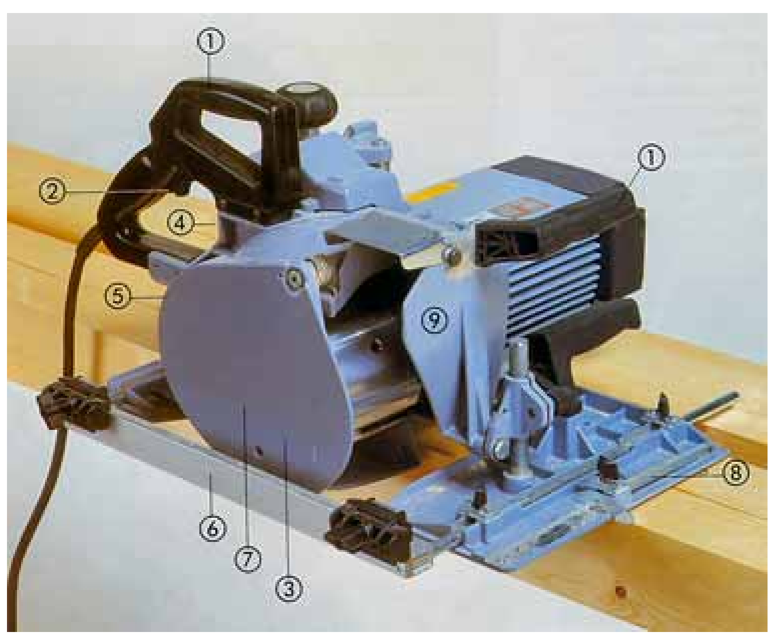
Hobelmaschinen kommen im Zimmerergewerk als Handhobel, Balkenhobel oder Kervenfräse zum Einsatz. Ein typischer Handhobel besteht aus folgenden Merkmalen:



1 Handgriff
2 EIN-AUS-Schalter
3 Messerwelle (nicht sichtbar)
4 Hobeltiefeneinstellung
5 Führungsanschlag
6 Absauganschluss (nicht sichtbar)

Quelle: Holz-BG, BGI 725, 4/2001

Kervenfräsen dienen dem Abplatten bzw. Einfräsen von Balkenverbindungen. Ihre Ausrüstung kann wie folgt beschrieben werden:



1 Handgriff
2 EIN-AUS-Schalter
3 Fräskopf (verdeckt)
4 Tiefeneinstellung
5 Neigungsversstellung
6 Führungsanschlag
7 Schutzhaube
8 Auflagetisch
9 Spanauswurf

Quelle: Zimmerei-Handmaschinen, Bau-BG, 2000

Technik

Abbundkreissägemaschinen können zu Kervenfräsmaschinen umgerüstet werden.

Ein **elektronisch gesteuerter Sanftanlauf** erleichtert die Handhabung der Maschinen. Die Drehzahlsteuerung trägt dazu bei, bei unterschiedlicher Last konstant zu bleiben.

Für breite Balken kommt der **Balkenhobel** zum Einsatz. Er kann bis zu 350 mm in einem Durchgang bearbeiten. Bei ihm ist entscheidend, dass der Späneauswurf möglichst ungehindert erfolgen kann, damit der Auswurf nicht verstopft. Bei breiten Balkenhobeln ist eine Absaugung nicht möglich.

Bild: Balkenhobel im Einsatz



Mit entsprechendem Sonderzubehör können die Handhobelmaschinen auch auf den Kopf gestellt als kleine stationär betriebene Hobelmaschinen eingesetzt werden. In der Weiterentwicklung entstehen dadurch auch kleine Dickenhobelmaschinen.

Bild: Kleine Dickenhobelmaschine für die Baustelle



Zur Bearbeitung von Zapfenverbindungen kann die Fräse stationär eingesetzt werden. Die Balken werden an ihren Enden automatisch mit allen typischen Zapfenformen oder Überplattungen bearbeitet. Über einen eingebauten Laser wird das Bauteil exakt positioniert. Der Vorschub der Fräse erfolgt automatisch und kann variabel je nach Holzart eingestellt werden.

Bild: Zapfenfräse



Arbeitsschutz

Die **Werkstücke** sind bei der Bearbeitung **sicher zu fixieren**, damit sie nicht abrutschen können.

Vorgesehene Spanabnahme einstellen und die **Maschine mit dem vorderen Teil auf dem Werkstück aufsetzen**.

Nach Beendigung des Arbeitsganges die Maschine **sofort ausschalten** und erst nach Auslaufen der Messerwelle ablegen. Darauf achten, **dass die Maschine nicht auf die Messerschneiden gestellt wird!**

Wenn das Gerät mit einer **Parkstellung für die Hobelmesser** ausgestattet ist, werden diese besser geschützt.

Möglichst eine Hobelmaschine mit Werkzeugbremse verwenden, damit die Hobelwelle nach wenigen Sekunden gestoppt wird!

Für den Einsatz der Kervenfräse sollte ein **Führungslineal** verwendet werden. Dies verbessert die Arbeitssicherheit wie auch die Qualität der Bearbeitung erheblich.

Bild: Kervenfräse mit Führungslineal



Quelle: Zimmerei-Handmaschinen, Bau-BG, 2000



Handhobel gehören zu den lautesten Handmaschinen. Sie erreichen häufig 90 dB(A). Deshalb sollte die Bearbeitung **immer mit einem persönlichen Gehörschutz** erfolgen.

Die Erfassung der Späne kann bei kleinen Handhobeln gut mit einem Staubsauger erfolgen. Bei breiten Balkenhobeln ist dies aufgrund der Spänemenge zumeist nicht möglich. Die groben Hobelspäne weisen allerdings nur wenig atembare Stäube auf, sodass eine Überschreitung des zulässigen TRK-Wertes von 2,0 mg/m³ nicht zu erwarten ist.

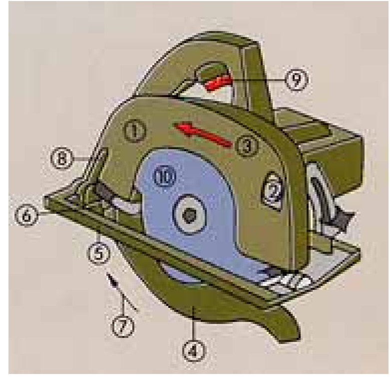
An Handhobelmaschinen sind nur runde Messerwellen mit einem **Schneidenüberstand von max. 1,1 mm** zulässig. Die Messer müssen formschlüssig befestigt sein.



Quelle: Holz-BG, BGI 725, 4/2001

Handkreissägen

Handkreissägen dienen dem Ablängen von Holzbauteilen. Sie weisen folgende Merkmale auf:



Quelle: Holz-BG, BGI 725, 4/2001

1 Feste Verkleidung
2 Späneauswurföffnung, Absauganschluss
3 Drehrichtungsangabe für das Sägeblatt
4 Bewegliche Schutzhaube
5 Führungsplatte, Sägetisch
6 Spaltkeil
7 Öffnungsrichtung der beweglichen Schutzhaube
8 Spaltkeilhalterung
9 Handgriff mit EIN-AUS-Schalter

Technik

Die Schnitttiefen von Handkreissägen reichen von 40 bis 140 mm. Ein **elektronischer Sanftanlauf** erleichtert die Handhabung und die sichere Führung der Maschine.

Für eine materialgerechte Arbeit ist der Einsatz des passenden Sägeblattes wesentlich. Um den Blattwechsel zu erleichtern sollte eine einfache Arretierung verfügbar sein.

Beim Verkanten der Säge kann es zu heftigen Rückschlägen kommen. Eine **Rutschkupplung** kann dies verhindern.

Durch den **Einsatz von Führungsschienen wird die Genauigkeit deutlich verbessert** und das Unfallrisiko verringert.


Bild: Einsatz von Führungsschienen bei Handkreissägen


Quelle: Zimmerei-Handmaschinen, Bau-BG, 2000

Inzwischen gibt es auch Handkreissägen mit motorischem Vorschub. Dadurch lassen sich auch Plattenwerkstoffe sauber bearbeiten. Die Absaugung ist in der Führungsschiene integriert.

Bild: Motorischer Antrieb von Handkreissägen



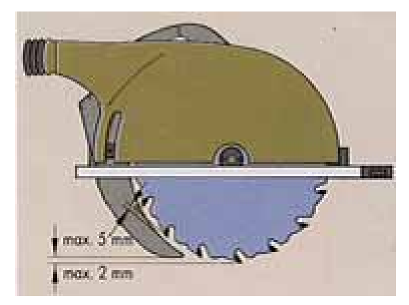
Handkreissägen werden auf der Baustelle häufig **zu kompletten Tischkreissägen ausgebaut**. Für eine ausreichend ergonomische Arbeitsweise ist es sinnvoll, die Maschine mit einem Untergestell einzusetzen.

Bild: Ausbau einer Handkreissäge zur Tischkreissäge



Arbeitsschutz

Handkreissägen zählen zu den wichtigsten Handmaschinen im Betrieb. Die Verletzungsgefahr ist verhältnismäßig groß. Deshalb ist darauf zu achten, dass **die bewegliche Schutzhaube das Kreissägeblatt bis auf wenige Grad immer vollständig abdeckt.**



Quelle: Holz-BG, BGI 725, 4/2001

Zur Verringerung der Rückschlaggefahr darf der Spaltkeil max. 5 mm vom Sägeblatt entfernt sein. In der Tiefe darf das Sägeblatt nur bis zu 2 mm über das Sägeblatt hinausragen. Der Spaltkeil selbst darf nicht dicker als Schnittfugenbreite und nicht dünner als der Sägeblattgrundkörper sein.

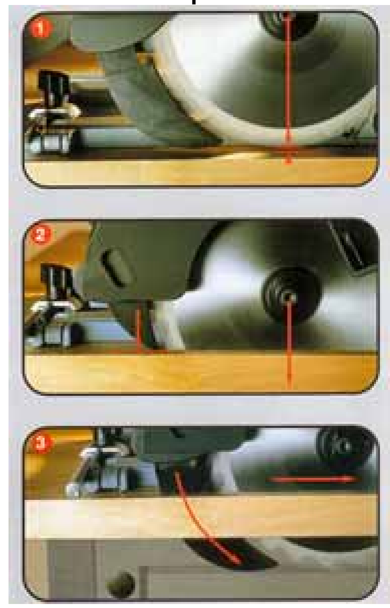
Bei Baustellenkreissägen sollte grundsätzlich mit der oberen Schutzhaube gearbeitet werden, um die Berührung mit dem laufenden Sägeblatt zu vermeiden. Dabei sollte die Schutzhaube gut einsehbar sein und sich immer selbständig auf das zu bearbeitenden Werkstück absenken.


Bild: Baustellenkreissäge mit oberer Schutzhaube



Beim **Eintauchen der Säge** ist es hilfreich, wenn der Spaltkeil flexibel mitgeführt wird und bei der Vorwärtsbewegung wieder dicht an das Sägeblatt anschließt.

Bild: Flexibler Spaltkeil beim Eintauchen der Handkreissäge



Der Einsatz von **Rückschlaghilfen** verhindert das Rückschlagen beim Eintauchen der Säge.

Handkreissägen sollten möglichst immer abgesaugt werden. Um die **Handhabung mit dem Absaugschlauch** zu verbessern ist es hilfreich, wenn der Anschlussstutzen an der Maschine drehbar gelagert ist, um die Schlauchführung optimal der Vorwärtsbewegung anpassen zu können.

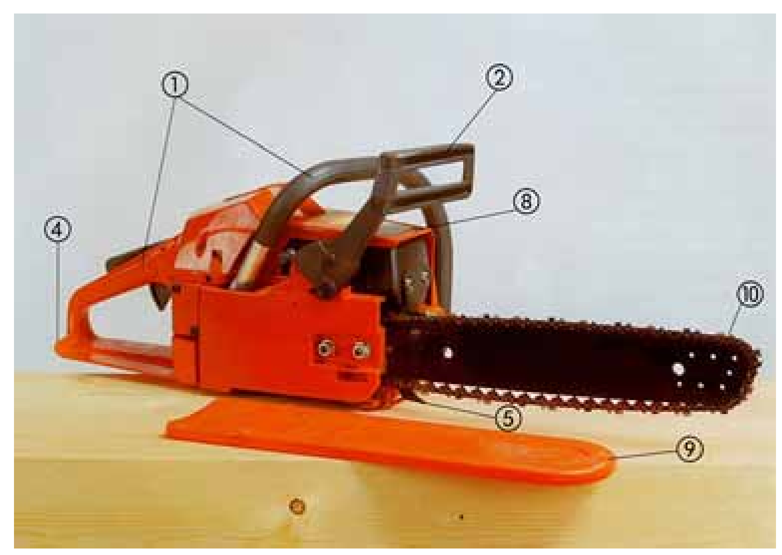


Handkreissägen sind sehr laut und erreichen häufig Lärmpegelwerte von bis zu 90 dB(A).
Sie sollten deshalb **nur mit Gehörschutz** eingesetzt werden.

Lärmarme Sägeblätter mit unterschiedlicher Sägezahneinteilung und positiven Zahnwinkel verringern deutlich die Lärmbelastung und verbessern die Schnittqualität erheblich.

Kettensägen

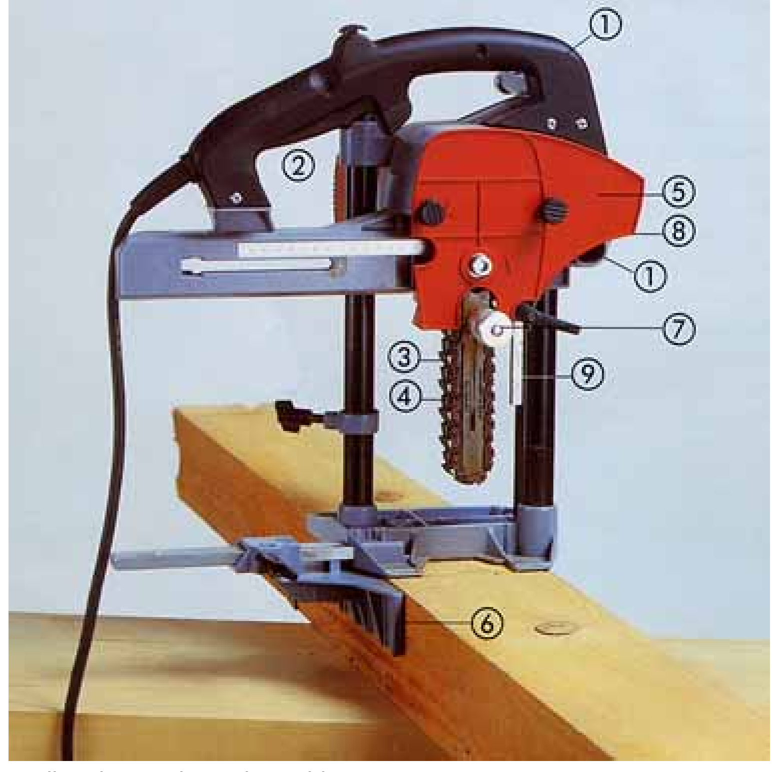
Kettensägen dienen dem Ablängen von Balken, Brettern und Latten. Sie können mit Lichtstrom 220 V betrieben werden oder haben einen eigenen Benzinmotor. Eine gut ausgerüstete Kettensäge weist folgende Merkmale auf:



1 Handgriffe vibrationsgedämpft
2 Handschutz (Auslöser der Kettenbremse)
3 Kettenbremse (nicht sichtbar)
4 Handschutz hinterer Griff
5 Krallenanschlag
6 Gashebelsperre (nicht sichtbar)
7 Kurzschlussschalter (nicht sichtbar)
8 Auspuffabschirmung
9 Kettenschutz
10 Rückschlagarme Sägeschiene

Quelle: Zimmerei-Handmaschinen, Bau-BG, 2000

Kettenstemmer dienen dem Einfräsen von Schlitzen. Ihre Ausrüstung kann wie folgt beschrieben werden:



1 Handgriff
2 EIN-AUS-Schalter
3 Fräskette
4 Kettenspiel
5 Antriebswellen-verdeckung
6 Anschlag
7 Schmierbüchse
8 Spanauswurf
9 Tiefenbegrenzer

Quelle: Zimmerei-Handmaschinen, Bau-BG, 2000

Technik

Ein **elektronisch gesteuerter Sanftanlauf sowie eine dynamische Auslaufbremse** erleichtern die Handhabung der Maschinen.

Integrierte Gasdruckfedern in den Führungsgestellen ermöglichen eine sichere Rückführung des Kettenstemmers in die Ausgangsposition.

Der Kettenstemmer ist für Schlitztiefen bis zu 150 mm geeignet. **Mit schmalen langen Schlitzführungen ist es auch möglich, Schlitztiefen bis zu 500 mm zu fräsen**. Dafür benötigt das Gerät zusätzliche Führungshilfen, damit das Schwert sicher geführt werden kann.



Bild: Schlitzgerät mit Schlitzführung

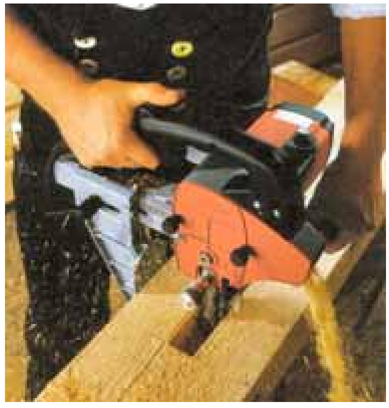


Arbeitsschutz

Die **Werkstücke** sind bei der Bearbeitung **sicher zu fixieren**, damit sie nicht abrutschen können.

Spannung der Fräsketten überprüfen und auf ausreichende Kettenschmierung achten, ggf. Nachschmieren entsprechend den Vorgaben des Herstellers.

Bild: Kettenstemmer im Einsatz



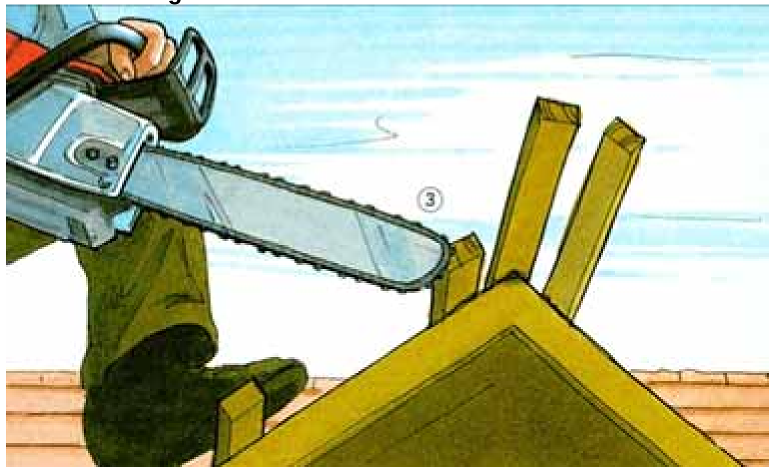
Die Kettensäge **nicht über Schulterhöhe einsetzen**. **Auf sicheren Standplatz achten**, bevor die Säge eingesetzt wird.

Leerlaufdrehzahl so einstellen, dass die Kette beim Starten nicht mitläuft. Nur scharfe **Ketten verwenden und soweit spannen, dass sie rundum am Schwert anliegen**. Nur Sägeketten benutzen, die nicht einziehend wirken, z.B. Hobelzahnketten mit Spandickenbegrenzung oder Spitzzahnketten.

Beim Ablängen mit der Kettensäge darauf achten, dass die **Schienenspitze andere Werkstücke nicht berührt**.

Nicht mit der Schienenspitze sägen (Nr. 3 auf dem Bild). Rückschlaggefahr! Motorsägen mit asymmetrischer Führungsschiene sind rückschlagarm.

Bild: Kettensäge im Einsatz auf dem Dach



Quelle: Zimmerer- und Holzbauarbeiten, Bau-BG, 10/2002

Splitter, Späne und **Abfälle nicht mit der Hand aus dem Gefahrbereich entfernen**.

Nach Beendigung des Arbeitsganges die Maschine **sofort ausschalten** und erst nach Auslaufen der Kette ablegen.

Möglichst eine Maschine mit Auslaufbremse verwenden, damit die Kette nach wenigen Sekunden gestoppt wird!



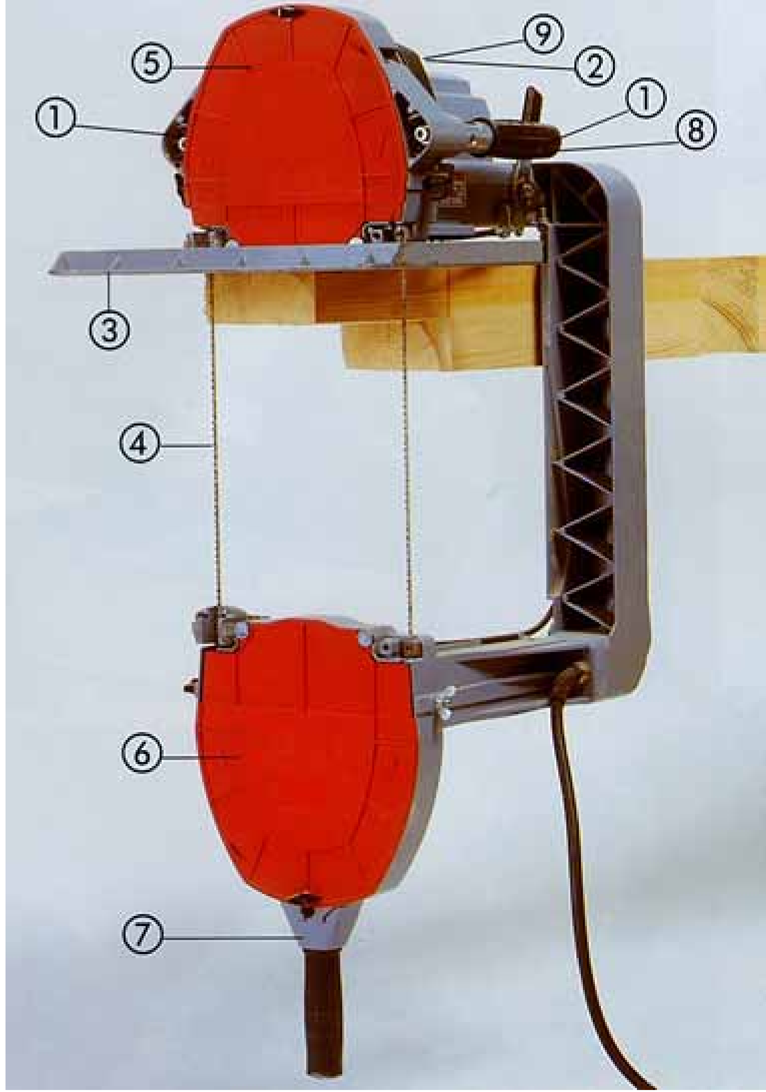
Kettensägenmaschine gehören zu den lautesten Handmaschinen. Sie erreichen häufig 90 dB(A). Deshalb sollte die Bearbeitung **immer mit einem persönlichen Gehörschutz** erfolgen.



Ebenfalls ist ein **Sichtschutz empfehlenswert**, um zu vermeiden, dass hochgeschleuderte Späne ins Auge gelangen können.

Bandsägen

Handbandsägemaschinen dienen dazu, die Balkenköpfe als Verbindung oder als besondere Zierform auszusägen. Sie weisen folgende Merkmale auf:



1 Handgriff
2 EIN-AUS-Schalter
3 Maschinentisch
4 Sägeblatt
5 Antriebsrollenverkleidung
6 Umlenkrollenverkleidung
7 Sägeband-spanneinrichtung
8 Sägeband-schwenkeinrichtung
9 Spanauswurföffnung

Quelle: Zimmerer-Handmaschinen, Bau-BG, 2000

Technik

Mit der Handbandsäge können Schnitttiefen bis zu 300 mm erreicht werden. Speziell bei Schifterschnitten kann die Maschine auch von zwei Mitarbeitern gehalten und eingesetzt werden.

Eine **Freiblaseinrichtung** ist recht hilfreich, um den Sägeschnittverlauf genau zu kontrollieren.

Für die Bearbeitung von stark verzierten Balkenenden kann eine **halbstationäre Bandsäge** eingesetzt werden. Die Schwenkarme ermöglichen einen sehr sauberen Schnittverlauf von komplexen Profilformen.



Bild: Halbstationäre Bandsäge zur Bearbeitung von Balkenköpfen



Ein **Transportwagen** ermöglicht eine sichere Ablage der Handbandsägen und erleichtert ihren Transport im Betrieb.

Bild: Transportwagen für Handbandsägen



Arbeitsschutz

Je nach Material und erforderlichen Schnittkurvenradius das **geeignete Sägeblatt wählen**.

Beim Aufspannen des Sägeblattes die **Schnittrichtung beachten**!

Das Sägeblatt muss vor jedem Einsatz **auf seine optimale Sägeblattspannung überprüft** werden.

Darauf achten, dass das **Maschinenunterteil unter dem Werkstück frei bewegt werden** kann.

Wenn das Sägeband klemmt oder abreißt, die Maschine ausschalten und vom Netz nehmen. **Bei sehr engen Sägeradien Vorschnitte machen**, damit für das Sägeband beweglicher geführt werden kann.

Nach Beendigung des Arbeitsganges die Maschine **sofort ausschalten** und erst nach Auslaufen des Sägebandes ablegen.

Bild: Handbandsäge im Arbeitseinsatz



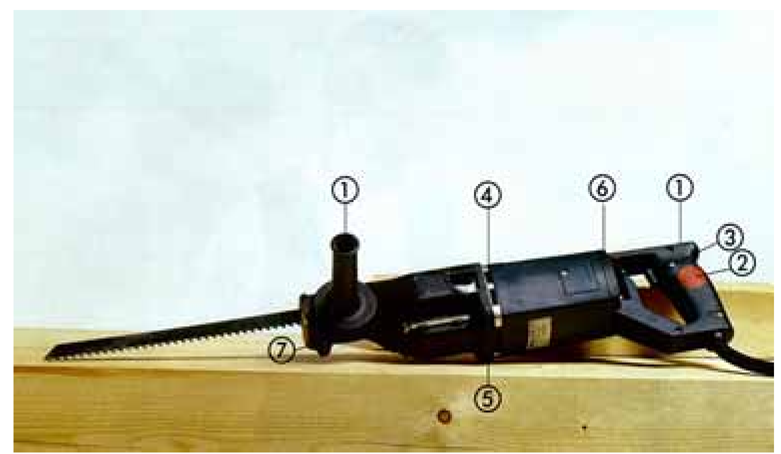
Quelle: Zimmerei-Handmaschinen, Bau-BG, 2000



Schutzbrille wegen Spanflug im Gesichtsfeld benutzen.

Pendelsäbelmaschinen

Pendelsäbelmaschinen ersetzen den Fuchsschwanz auf der Baustelle. Sie weisen folgende Merkmale auf:



1 Handgriff
2 EIN-AUS-Schalter
3 Feststellkopf
4 Sägeschlagverstellung
5 Pendelbewegungsschalter
6 Drehzahlverstellung
7 Sägeanschlag

Quelle: Zimmerei-Handmaschinen, Bau-BG, 2000

Technik

Mit den Pendelsäbelmaschinen werden auf der Baustelle vielfältige Sägearbeiten gerade in ungünstiger Arbeitsposition möglich.

Der **werkzeuglose Sägeblattwechsel** gehört heute zum Stand der Technik.

Eine **Rutschkupplung** verhindert das ruckartige Abbremsen und entlastet die Arme.

Die **Schwingungen und Vibrationen** können durch spezielle Gegengewichte stark abgedämpft werden. Das entlastet gerade die Arbeit über Kopf.

Arbeitsschutz

Je nach Werkstoff sollte das geeignete Sägeblatt gewählt werden. Dies verbessert die Schnittqualität und verringert den erforderlichen Kraftaufwand beim Schneiden.

Das Ansetzen der Maschine erfolgt am Schneidetisch. Erst danach wird die Maschine angeschaltet. Beim Ansägen ohne "Pendelbewegung" arbeiten, damit ein Abrutschen verhindert wird.

Bild: Arbeiten mit Säbelsägemaschine



Quelle: Zimmerei-Handmaschinen, Bau-BG, 2000



Stichsägen und Pendelsägen erreichen Lärmwerte über 85 dB(A). Von daher ist immer der Einsatz eines Gehörschutzes zu empfehlen.



Durch die zum Bearbeiter gerichtete Sägebewegung kommt es zu Späneflug, der auch ins Auge gelangen kann. Deshalb **immer eine Schutzbrille tragen!**

Beim **Herstellen von Ausschnitten** sollten die Ansetzpunkte durch **Bohrungen** erfolgen, deren **Durchmesser mindestens 3 mm größer als die Sägeblattbreite** sind, um ein Klemmen im Ansetzpunkt zu vermeiden.

Darauf achten, dass sich **das Sägeblatt während des Schneidevorgangs unter dem Werkstück frei bewegen kann**! Gerade bei Ausschnitten in Decken- oder Wandverkleidungen ist das nicht immer ausreichend erkennbar. Hier ist mit besonderer Vorsicht zu arbeiten.

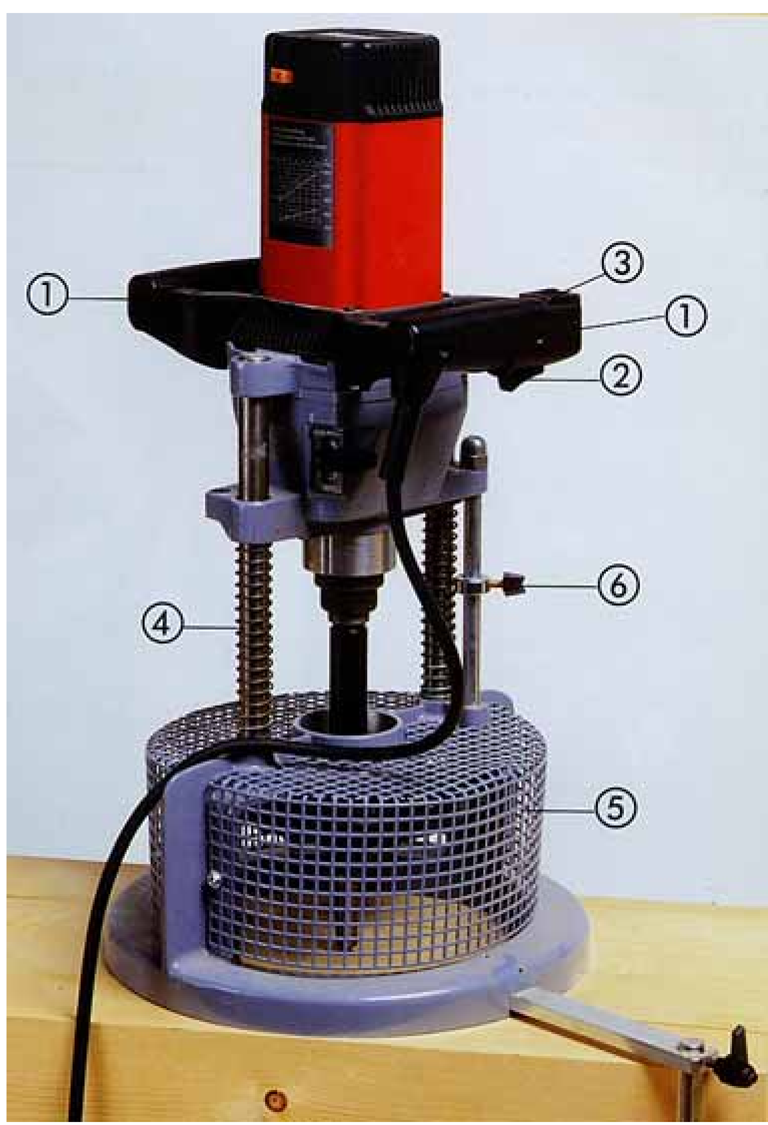
Bild: Spannen des Werkstücks bei der Stichsäge



Quelle: Holz-BG, BGI 725, 4/2001

Bohrmaschinen

Bohren und Schrauben dienen zum Verbinden von Holzteilen. Statisch wirksame Verbindungsmittel werden als Dübel vorgebohrt. Eine typische Ständerbohrmaschine für Dübelverbindungen weist aus folgendem Merkmale auf:



1 Handgriff
2 EIN-AUS-Schalter
3 Rechts-/Linkslauf Schalter
4 Bohrgestell
5 Schutzgitter
6 Tiefenbegrenzung

Quelle: Zimmerei-Handmaschinen, Bau-BG, 2000

Technik

Für das Bohren von Verbindungsmitteln und Durchdringungen gibt es vielfältige **Bohrschablonen und Führungshilfen**. Steckdosen müssen in genauem Abstand gebohrt sein, Dübelverbindungen benötigen eine exakte Frästiefe, tiefe Bohrungen müssen genau positioniert werden können.

Bild: Universelle Bohrführung für unterschiedliche Bohrdurchmesser



Um auf der Baustelle den "Kabelsalat" zu minimieren, gibt es inzwischen **Stecksysteme, um mit einer Kabelzuführung verschiedene Handmaschinen versorgen zu können.**

Bild: Stecksystem Kabelzuführung für Handmaschinen



Kabellose Geräte werden wechselweise zum Bohren und Schrauben eingesetzt. Die hier dargestellte Grundform ermöglicht, dass der Verarbeiter die Maschine unmittelbar in der Bohrerachse andrücken kann, was bei längerem Bohreinsatz kraftschonend ist.

Bild: Ringförmiges Gehäuse für Akku-Bohrschrauber



Das Schrauben in ungünstigen Ecken wie auch der häufige Wechsel zwischen Bohren und Schrauben wird erleichtert, wenn die **Maschine über ein steckbares Werkzeugfutter verfügt**.

Bild: Steckbares Werkzeugfutter zum schnellen Wechsel zwischen Bohren und Schrauben



Spezielle **Schrauberaufsätze ermöglichen das kraftschonende Einschrauben von ganzen Magazinen**. Dies kommt häufig beim Ausbau zum Einsatz. Mit entsprechenden Verlängerungen kann man damit auch aus dem Stand heraus Fußbodenplatten verschrauben.

Bild: Schrauberaufsatz zum kraftschonenden Einschrauben von Schraubenmagazinen



Bürstenlose Motoren, deren Magnetfeld elektronisch gesteuert wird, **erhöhen nicht nur die Wirksamkeit des Motors**, sondern auch die Lebensdauer, da keine Bürsten mechanisch verschleißen können.

Akkubetrieb:

Akkus sind häufig sehr teuer. Damit sie eine lange Lebensdauer haben, sollte folgendes beachtet werden:

- Lithium-Ionen-Akkus weisen keinen Memory-Effekt auf, d. h. ihre Ladekapazität wird nicht durch fehlerhaftes Laden geschwächt. Zudem sind sie wesentlich leichter als herkömmliche Akkus.
- Eine elektronische Überwachung des Akkus vor Tiefentladung trägt wesentlich dazu bei, den Akku nicht zu schädigen.
- Eine elektronische Drehmomentsicherung verhindert ruckartige Bewegungen und senkt damit erheblich die Belastung des Akkus.

Arbeitsschutz

Vor dem Einsatz des Bohrers ist immer zunächst die **Laufrichtung des Motors zu kontrollieren**.

Mit der **Tiefenbegrenzung** werden die Bohrungen wesentlich genauer, was insbesondere für Dübelverbindungen unerlässlich ist.

Maschine **mit beiden Händen halten**. Zusatzgriffe benutzen!

Das **Werkstück ist gegen Verschieben zu sichern**. Gerade bei großen Bohrdurchmesser ist das Drehmoment sehr hoch.

Beim **Ablegen der Bohrmaschine Stillstand der Maschine** abwarten.

Bild: Arbeiten mit der Ständerbohrmaschine für Dübelverbindungen



Quelle: Zimmerei-Handmaschinen, Bau-BG, 2000

Bei Bohrungen bis 30 mm hält sich die Staubbelastung in Grenzen. Eine Überschreitung des zulässigen TRK-Wertes von 2,0 mg/m³ ist nicht zu erwarten. **Bei größeren Bohrungen für Dübel oder Steckdosen ist eine spezielle Absaugung hilfreich**.

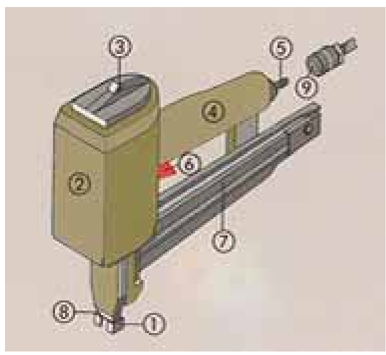
Bild: Absaugung von Bohrmaschinen





Druckluftmaschinen

Druckluftbetriebene Handmaschinen kommen in den Zimmereibetrieben als Nagelgeräte und Schlagschrauber zum Einsatz. Als Druckluftnagler weisen sie folgende Merkmale auf:



1 Auslösesicherung
2 Gehäuse
3 Aufhänger
4 Handgriff
5 Anschlussnippel
6 Auslöser
7 Magazin
8 Mündung
9 Schnellkupplung

Quelle: Holz-BG, BGI 725, 4/2001

Technik

Nagelgeräte dienen dazu, Klammern und Stifte ins Holz einzutreiben. Damit lassen sich Verkleidungen, Kisten oder Verschalungen schnell montieren. Dabei können Längen bis zu 130 mm per Druckluft ins Holz eingebracht werden.

Die Geräte sind je nach Verwendungszweck mit **unterschiedlichen Auslösesytemen** ausgerüstet:

- Einzelauslösung
- Einzelauslösung mit Sicherungsfolge
- Kontaktauslösung
- Dauerauslösung

Bild: Einsatz des Druckluftnaglers



Quelle: Zimmerer-Handmaschinen, Bau-BG, 2000

Für die verwendeten Stifte und Nägel gibt es leider keine eindeutigen Normen, sodass man **herstellerbezogen für jedes Gerät eigene Stifte bevorraten** muss. Eine fehlerhafte Verwendung kann zu einem Blockieren der Geräte führen!

Gerade beim Einsatz unterschiedlicher Nägel ist es hilfreich, einen Druckluftnagler zu verwenden, der die Nägel in mehreren Stößen eintreibt. Dadurch werden die Holzfasern weit weniger zerstört als beim Schießen der Nägel. Diese kompakten Nagler erlauben zudem eine bessere Positionierung der Nagelspitze als herkömmliche Schussapparate, um z.B. bei Balkenschuhen die Löcher eindeutig zu treffen.

Bild: Kompakter Nagler mit Nagelmagazin



Insbesondere für die Baustelle ist es hilfreich, wenn man mit kabellosen Geräten arbeiten kann. Dadurch entfällt das Handling mit dem Druckluftschlauch, das insbesondere auf dem Dach zu Unfällen führen kann. Es können entweder **"Gaspatronen" oder "Akkus"** zum Einsatz kommen. Für den Einsatz von Akkus ist eine Mindestspannung von 18 Volt zu empfehlen.

Bild: Druckluftnagler mit Akku



Akkubetrieb:

Akkus sind häufig sehr teuer. Damit sie eine lange Lebensdauer haben, sollte folgendes beachtet werden:

- Lithium-Ionen-Akkus weisen keinen Memory-Effekt auf, d. h. ihre Ladekapazität wird nicht durch fehlerhaftes Laden geschwächt. Zudem sind sie wesentlich leichter als herkömmliche Akkus.
- Eine elektronische Überwachung des Akkus vor Tiefentladung trägt wesentlich dazu bei, den Akku nicht zu schädigen.

In Zimmererbetrieben, die sich verstärkt dem Holzhausbau widmen, lohnt es sich, die Wände und Decken in Tafelbauweise mit Hilfe einer **Riegelwerkstation** zu erstellen. Entsprechend den Konstruktionsdaten des Wandteils positioniert sich der automatische Vorschub, die Riegel werden manuell eingelegt und automatisch von oben und unten mit den Gurten vernagelt. Bei Wandschrägen bzw. Querriegeln für Fenster oder Türen wird eine Seite jeweils manuell genagelt.

Bild: Programmgesteuerte Rieglwerkstation



Arbeitsschutz



Druckluftnagler und Schlagschrauber sind die lautesten Handmaschinen im Zimmereibetrieb. Sie erreichen häufig mehr als 90 dB(A) und weisen Spitzenwerte von mehr als 100 dB(A) auf. Die Impulshaltigkeit belastet besonders das Gehör. **Deshalb ist persönlicher ein Gehörschutz hier unbedingt einzusetzen, um Schäden zu vermeiden!**

Bild: Lärmbelastung beim Schlagschrauber



Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH/Lemgo

Nagelgeräte, die mit einem auf der Spitze stehenden Dreieck gekennzeichnet sind, nur mit wirksamer Auslösesicherung betreiben.

- Den **auf dem Gerät vermerkten "max." Betriebsdruck nicht überschreiten**. Der Druckminderer muss mit einem Sicherheitsventil ausgestattet sein, um Drucküberschreitungen zu verhindern. Dabei ist regelmäßig darauf zu achten:
  - das Wasser im Wasserabscheider entleert wird
  - Öl im Vorratsbehälter zum Schmieren des Schlagkolbens vorhanden ist.
- Nur Druckluftschläuche verwenden, die für den entsprechenden Betriebsdruck zugelassen sind.
- Auf **einwandfreie Beweglichkeit der Freischusssicherung** oder des Sicherheitskontaktauslösers achten.
- Beim Nageln **immer seitlich vom Gerät stehen** - Rückschlaggefahr!
- Geräte so ablegen, dass nicht durch Anstoßen oder Hängenbleiben die Freischusssicherung ausgelöst wird.
- "Tacker-Geräte" nie mit gezogenem Abzugbügel transportieren.
- Beim **Füllen des Magazins** Gerät nicht auf sich selbst oder andere richten.

Geräte regelmäßig **nach ca. 100 Betriebsstunden auf Gesamtfunktionsfähigkeit** überprüfen.

Geräte mit Kontaktauslösung oder Dauerauslösung dürfen nicht verwendet werden:

- auf Baustellen oder wechselnden Arbeitsplätzen
- zum Schließen von Kisten oder Verschlägen
- zum Anbringen von Transportsicherungen auf Fahrzeugen.

Diese Geräte sollten mit folgender **Kennzeichnung** versehen sein:

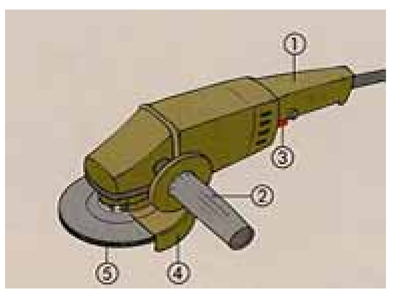
Bild: Kennzeichnung Nagelgeräte mit Kontaktauslösung



Quelle: Holz-BG, BGI 725, 4/2001

Winkelschleifer

Winkelschleifer dienen auf der Baustelle dazu, Steine, Metall oder Mauerwerk zu bearbeiten. Sie weisen folgende Merkmale auf:



1 Handgriff
2 Zusatzgriff
3 EIN-AUS-Schalter
4 Schutzhaube
5 Schleifkörper

Quelle: Holz-BG, BGI 725, 4/2001

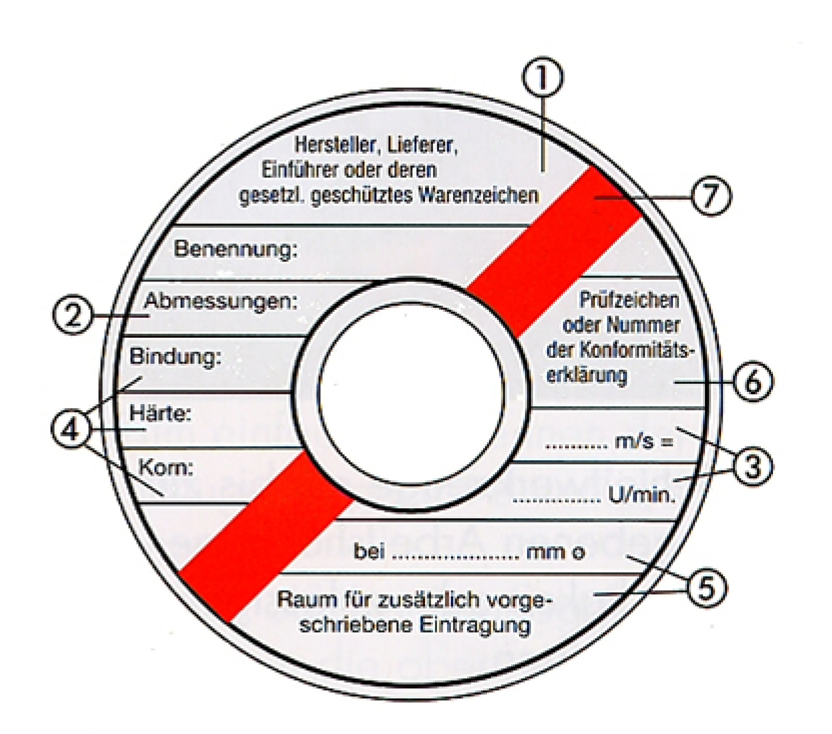
Beim Zuschneiden von Steinen entstehen große Mengen an Staub. Hier ist eine Absaugung sehr hilfreich.

Bild: Winkelschleifer mit Absaugung



Grundsätzlich ist die **Maschine nur mit Schutzhaube einzusetzen**. Diese muss mindestens 175° des Schleifkörperumfangs abdecken.

Je nach zu bearbeitendem Material ist der Schleifkörper auszuwählen. Die Schleifkörper sind gesondert gekennzeichnet, um ihr Einsatzgebiet genau zu beschreiben.



1 Hersteller
2 Nennmaße
3 max. zul. Drehzahl Arbeitsschwindigkeit
4 Schleifmittel und Bindung
5 Verwendungs-beschränkungen
6 Prüfvermerk oder Prüfzeichen
7 Farbstreifen für Arbeitsschwindigkeit

blau = max. 50 m/s
gelb = max. 63 m/s
rot = max. 80 m/s
grün= max. 100 m/s

Quelle: Holz-BG, BGI 725, 4/2001

- Die Schleifwerkzeuge dürfen **nur bis zur angegebenen Arbeitshöchstgeschwindigkeit** oder zulässigen Drehzahl betrieben werden.
- Nach jedem Befestigen einer Schleifscheibe einen **Probelauf** von mindestens 30 Sekunden vornehmen.
- Zur Bearbeitung das Werkstück **ausreichend gegen Verschieben sichern**.
- Maschinen **immer beidhändig führen**. Nicht verkanten! Die Trennscheiben können zerspringen.

Durch die Bearbeitung mit Winkelschleifern entsteht ein großer Funkenflug. Die **Brandgefahr ist außerordentlich hoch**. Im Umfeld dürfen keine brennbaren Gegenstände sein. **Abgeschliffene heiße Metallteilchen können bis zu 10 m weit fliegen**.



Um sich vor umherschleudernden Stäuben, Metall- und Steinteile ausreichend zu schützen ist **immer der Einsatz von Augenschutz erforderlich**.

Materialien

Der Kunde wendet sich an den Zimmerer wegen individuell gestalteter Holzhäuser. Er erwartet aber auch den Einsatz von gesundheitlich und ökologisch unbedenklichen Materialien. Um Belastungen und Kosten zu optimieren, muss eine nachhaltige Produktion den Weg von der Herstellung bis zur Entsorgung im Blick haben:

- **Rohstoffherstellung**
- **Luftklima**
- **Energiebedarf**
- **Lagerung**
- **Gesundheit**
- **Entsorgung**

Die Vielfalt der relevanten Aspekte erschwert die Beurteilung der eingesetzten Materialien. Eine optimale Auswahl kann daher nur getroffen werden, wenn die Vor- und Nachteile jedes einzelnen Materials bekannt sind. Nur mit diesem Wissen wird man zufrieden stellende Kompromisse finden und als kompetenter Fachmann im Hinblick auf Nachhaltigkeit gelten.

Materialeinkauf

Der Trend geht dahin, einen immer größer werdenden Teil des Umsatzes in Form von Waren und Dienstleistungen einzukaufen. Damit nimmt die Bedeutung der Lieferanten zu: Sie nehmen mehr Einfluss auf die Qualität wie auch auf die Umweltauswirkungen der Produkte.

Der Markt ist sehr eng geworden. Neben dem reinen Einkaufspreis muss der Betrieb auch noch andere **Aspekte** angemessen berücksichtigen:

- **Ausreichende Lebensdauer**
  Kann das zugekaufte Material den Belastungen beim Kunden über einen ausreichenden Zeitraum standhalten?
- **Funktionsfähigkeit**
  Ist die Handhabung des zugekauften Produktes so, dass der Kunde damit zufrieden ist? Werden seine Qualitätsvorgaben und Erwartungen ausreichend erfüllt?
- **Verarbeitungsfähigkeit**
  Wird der billige Einkaufspreis evtl. durch einen erhöhten Verschnitt kompensiert? Lässt sich das Material ohne wesentliche Nacharbeiten gut verarbeiten?
- **Verträglichkeit**
  Welche Gefahreneigenschaften liegen bei dem eingekauften Produkt vor? Müssen besondere Schutzmaßnahmen bei der Verarbeitung getroffen werden?

- **Optisches Erscheinungsbild**
  Wird der Geschmack des Kunden getroffen?
  Bleibt das optische Erscheinungsbild auch über einen längeren Nutzungszeitraum erhalten, ohne dass das Produkt seinen optischen Wert verliert?

Diese und ähnliche Fragen sind oft noch wichtiger als der direkte Einkaufspreis eines Materials. Wenn in größeren Betrieben der Einkäufer wenig Informationen aus der Werkstatt und Fertigung bekommt, ist es nicht verwunderlich, dass zwar gespart wird, bei der Verarbeitung aber viel Zeit verloren geht. **Ein reger Austausch zwischen Einkauf, Arbeitsvorbereitung, Werkstatt und Montage kann erheblich dazu beitragen, die Einkaufskosten zu optimieren sowie günstige Verarbeitungsbedingungen und ausreichende Qualität zu sichern.**

Hilfestellungen für eine Beurteilung können die Kennzeichnungen des Materials geben. Durch die **Gefahrenzeichen** erhält der Anwender wichtige Hinweise über die erforderliche Handhabung.

Informationen von Lieferanten wie auch von externen Datenbanken helfen ebenfalls, die Materialien zu beurteilen. Das **Sicherheitsdatenblatt** ist eine wichtige Informationsquelle, es kann in vielen Fällen von der Homepage des Herstellers heruntergeladen werden.

Umweltzeichen für Zukaufteile helfen, sicherzustellen, dass dem Kunden eine zugesagte Produktqualität gewährleistet und die Umwelt geschont wird.

Im optimalen Einkauf liegt der Gewinn, so spricht der Betriebswirt. Da ist viel Wahres dran. Gleichwohl kommt es **noch vergleichsweise wenig zu einem regionalen Informationsaustausch der Betriebe untereinander über ihre Erfahrungen mit Lieferanten und Produkten**. Die Kenntnis über gute Qualität bei optimaler Verarbeitung ist ein wesentlicher Schlüssel zum Erfolg.

Gefahrstoffzeichen

Bei der Entscheidung über den Einsatz bestimmter Stoffe ist es wichtig, zu wissen, wie sich die Stoffe verarbeiten lassen. Gefährliche Inhaltsstoffe können eine einfache Fertigung erschweren und erfordern meist zusätzliche Sicherungsmaßnahmen. Dabei können die Gefahrstoffzeichen eine Hilfestellung sein und erste Informationen über mögliche Gefährdungen des jeweiligen Stoffes geben. **Die Gefahrstoffzeichen sind eine wichtige Information für den Verarbeiter.** Wenn das Produkt im Betrieb eingesetzt wurde, ist danach häufig die jeweilige Gefahreneigenschaft nicht mehr relevant. Lacke z.B. mit ihren Lösemittelanteilen verlieren nach dem Spritzen ihre Gefahreneigenschaft, da die entzündlichen Lösemittel verdunstet sind.

Im Zimmererhandwerk werden nur verhältnismäßig unproblematische Stoffe verarbeitet. Gleichwohl bedarf es der ausreichenden Information und **Unterweisung** der Mitarbeiter, damit keine gesundheitlichen oder umwelttechnischen Gefährdungen entstehen.



Leicht entzündlich
Leicht entzündliche Flüssigkeiten haben einen Flammpunkt bei Raumtemperatur (ca. 20 °C). Sie sind haben deshalb eine hohe Brandgefährdung.
- z.B. NC-Lacke, Lösemittel, Lösemittelbeizen

Entzündlich
Entzündliche Flüssigkeiten haben einen Flammpunkt bis 55 °C. Sie weisen eine erhebliche Brandgefährdung auf.
- z.B. Lacke

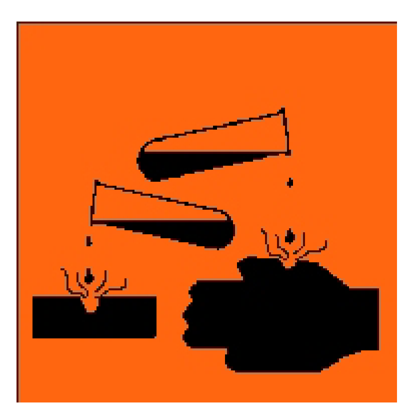


Reizend
Reizende Stoffe können bei kurzzeitigem, länger andauerndem oder wiederholtem Kontakt mit Haut oder Schleimhaut eine Entzündung hervorrufen.
- z.B. PUR-Härter, Montagekleber

Gesundheitsschädlich
Stoffe, die beim Einatmen, Verschlucken oder Aufnahme über die Haut chronische Gesundheitsschäden verursachen können.
- z.B. Furnierleime



Giftig
Giftige Stoffe können in geringer Menge beim Einatmen, Verschlucken oder Aufnahme über die Haut akute oder chronische Gesundheitsschäden verursachen.
- z.B. Holzschutzmittel



Ätzend
Ätzende Stoffe können lebendes Gewebe bei Berührung zerstören.
- z.B. Natronlauge zum Lackentfernen

Allerdings werden nicht alle Gefahreneigenschaften durch solche Symbole auf dem Produkt sichtbar. Für die Stoffe, die krebserzeugend oder sensibilisierend sind, gibt es kein Zeichen. **Deshalb sollte man immer von allen Gefahrstoffen im Betrieb ein Sicherheitsdatenblatt von seinem Lieferanten anfordern.** Auch die GESTIS-Stoffdatenbank, das Gefahrstoffinformationssystem der gewerblichen Berufsgenossenschaften, kann im Einzelfall wesentliche Informationen im Hinblick auf die Gefahreneigenschaften eines Stoffes vermitteln.

Wo es möglich ist, **sollte man den Einsatz von Gefahrstoffen minimieren**. Sie gefährden nicht nur den Mitarbeiter, sondern führen häufig auch zu einer aufwändigeren Handhabung und treiben die Verarbeitungskosten nach oben.

Weitere Informationen über den Umgang mit Gefahrstoffen können im Bereich Rechtsgrundlagen > Gefahrstoffe und Gefahrgut > Gefahrstoffe nachgelesen werden.

Materialbeurteilung

Bei der gegebenen Fülle von Informationen fällt es nicht leicht, einzelne Materialien halbwegs objektiv zu beurteilen. Eine wichtige Hilfe kann dabei das Sicherheitsdatenblatt sein. Es wird in der Praxis meist viel zu wenig genutzt.

Sicherheitsdatenblatt

Sicherheitsdatenblätter erhält jeder Verarbeiter von seinem Lieferanten. **Dieser ist dazu verpflichtet, ein solches auszuhändigen.** Das Sicherheitsdatenblatt ist europaweit einheitlich gegliedert. Es enthält eine Fülle von Informationen. Die wesentlichsten Aspekte lauten:

- **Ansprechpartner**
  Hier wird ein Ansprechpartner mit Telefonnummer für den Problemfall genannt.
- **Zusammensetzung**
  Alle Inhaltstoffe, die ein Gefährdungspotenzial haben, müssen hier aufgelistet werden. Neben der Bezeichnung wird auch deren wesentliche Gefährdung und die Konzentration des jeweiligen Stoffes im Gesamtgemisch angegeben. Sofern ein Kunde Probleme mit der Verträglichkeit von bestimmten chemischen Stoffen hat, kann der Betrieb unter diesem Punkt alle wesentlichen Inhaltsstoffe erkennen, von denen ein gewisses Gefahrenpotenzial ausgeht.
- **Mögliche Gefahren**
  Die Gefahreneigenschaften des Produktes werden hier entsprechend den Gefahrstoffzeichen aufgelistet.
- **Expositionsbegrenzungen**
  Hier werden die unter der Zusammensetzung genannten Gefahrstoffe noch einmal aufgeführt und die jeweiligen Grenzwerte dieser Inhaltsstoffe benannt. Je kleiner der Wert, desto gefährlicher der jeweilige Inhaltsstoff.
- **Physikalische und chemische Eigenschaften**
  Angaben zur Dichte des Produkts, seiner Löslichkeit, Brennbarkeit und Viskosität. Letztere kann für die Verarbeitung von Fensterlacken wichtig sein.
- **Hinweise zur Entsorgung**
  Wie soll der Stoff entsorgt werden, welche Abfallart ist im Einzelnen maßgeblich - all diese Punkte werden hier aufgeführt.
- **Vorschriften**
  Entsprechend den Gefahreneigenschaften des Stoffes werden hier die wesentlichen Verhaltensregeln im Umgang mit dem Stoff aufgelistet. Bei Oberflächenmaterialien wird manchmal auch der Anteil organischer Lösemittel angegeben.

Sicherheitsdatenblätter sollten vorliegen für

- alle Stoffe im Oberflächenbereich
- Leime und Kleber
- Holzschutzmittel
- Dicht- und Spachtelmassen

Sicherheitsdatenblätter sind die Basis für die Erstellung von **Betriebsanweisungen**. Sie dienen dazu, dem Mitarbeiter die wesentlichen Informationen über den Umgang mit den Gefahrstoffen in kompakter Form zu vermitteln.

Sicherheitsdatenblätter listen nur die Gefahrstoffe auf, für die es laut den Vorgaben der Gefahrstoffverordnung eine Kennzeichnungspflicht gibt. Bei Herstellern von biologischen Materialien gibt es in der Regel eine **Volldeklaration**. Diese listet **alle verwendeten Inhaltsstoffe auf** - unabhängig von ihrer jeweiligen Gefährlichkeit. Daraus kann der Kunde ersehen, ob es für einzelne Stoffe gewisse Unverträglichkeiten gibt.

Beurteilungsschema

Bei der Abwägung zwischen den Umweltauswirkungen verschiedener Stoffe kann es hilfreich sein, ein Beurteilungsschema zu Grunde zu legen. Dabei sollten folgende Eigenschaften berücksichtigt werden:

Rohstoffherstellung

- nachwachsender Rohstoff
- wenig Eingriffe in die Natur
- lange Verfügbarkeit
- geringer Wasserverbrauch
- kein besonderer Schutzmitteleinsatz bei Gewinnung und Konservierung
- keine relevanten Emissionen und Gesundheitsgefährdungen
- geringer Nährstoffeintrag in die Gewässer

Luftklima

- keine relevanten Emissionen bei der Verarbeitung
- trägt nicht zur Bildung von bodennahem Ozon bei
- verstärkt nicht den Treibhauseffekt
- schädigt nicht die Ozonschicht in der Atmosphäre
- kein schädigender Einfluss auf die Wälder

Energiebedarf

- energiearme Herstellung
- einfache Verarbeitung
- geringer Transportaufwand

Lagerung

- geringes wassergefährdendes Potenzial
- geringe Brandgefährdung

Gesundheit

- geringe Lärmbelästigung bei der Verarbeitung
- geringe gesundheitliche Auswirkungen für die Mitarbeiter
- keine Ausgasungen gesundheitlich schädlicher Bestandteile
- keine krebserzeugenden Stoffe

Entsorgung

- hoher Nutzungsgrad in der Verarbeitung
- wenig Verpackungsaufwand
- kein Sonderabfall
- hohes Wiederverwertungspotenzial
- rückführbar in den biologischen Kreislauf
- lange Lebensdauer, geringe Reparaturanfälligkeit

Informationen darüber erhält man von seinen Lieferanten oder in der GESTIS-Stoffdatenbank der Bauberufsgenossenschaften.

Umweltzeichen

Umweltzeichen können eine Hilfe bei der Bewertung der einzukaufenden Produkte sein. Die Fülle unterschiedlicher Standards erschwert jedoch die Vergleichbarkeit. Der Zimmerer sollte die Kompetenz haben, gemäß den jeweiligen Vorstellungen des Kunden entsprechende Qualitätsstandards bei der Auswahl der Produkte berücksichtigen zu können. Bei den aufgeführten Produkten ist gewährleistet, dass der Verarbeiter wie auch der Kunde umfassende Informationen über Herkunft und Inhaltsstoffe erhalten.

- AUB-Label
- Der blaue Engel
- Eco-Zertifikat
- IBR-Zertifikat
- naturePlus

AUB-Label



Das AUB-Label wird von der Arbeitsgemeinschaft umweltverträgliches Bauprodukt e.V. vergeben. Der gesamte Lebenszyklus eines Produktes und sämtliche Inhaltsstoffe müssen offen gelegt werden. Das AUB-Label fordert die Deklaration aller wesentlichen Bestandteile sowie die Einhaltung nationaler und internationaler Standards in Bezug auf gesundheitliche Unbedenklichkeit.

- **Lebenszyklus**
  Beginnt mit der Rohstoffgewinnung, der Herstellung, Verarbeitung, Nutzung und schließlich der Verwertung
- **Schonender Rohstoffabbau**
- **Sparsamer Rohstoffeinsatz** und Minimierung der Abgase während der Herstellung
- Während der Nutzungsdauer dürfen keine **gesundheitsgefährdenden Stoffe** freigesetzt werden.
- Auch das **Verhalten im Schadensfall** (Brand) fließt mit ein.
- Berücksichtigt werden folgende **Gesetze und Grenzwerte:**
  - Die Grenzwerte der WHO
  - Das Naturschutzgesetz
  - Das Bundesimmissionsschutzgesetz
  - Das Chemikaliengesetz
  - Das Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz

Der Blaue Engel



Der Blaue Engel ist das älteste Umweltzeichen. Es wird von Umweltbundsamt und **RAL** vergeben.

Folgende Kriterien werden bewertet:

- Die Produkte müssen ganzheitlich betrachtet umweltfreundlich sein.
- Die Produkte müssen den Anforderungen an Gesundheits- und Arbeitsschutz entsprechen.

- Die Produkte müssen gebrauchstauglich sein.
- Die eingesetzten Rohstoffe während Herstellung, Verbrauch und Entsorgung müssen sparsam eingesetzt werden.

Folgende Produktbereiche können benannt werden, die für den Einkauf im Zimmererhandwerk relevant sein könnten:

- RAL-UZ 12a **Schadstoffarme Lacke**
- RAL-UZ 34 **Insektizidfreie Schädlingsbekämpfungsmittel** für Innenräume
- RAL-UZ 57 Thermische Verfahren (**Heißluftverfahren**) zur Bekämpfung holzzerstörender Insekten
- RAL-UZ 76 Emissionsarme **Holzwerkstoffplatten**
- RAL-UZ 49 **Baustoffe überwiegend aus Altglas** (Dämmstoffe)
- RAL-UZ 36 B**austoffe überwiegend aus Altpapier**
  (Dämmstoffe)
- RAL-UZ 113 Emissionsarme **Bodenbelagsklebstoffe** und andere Verlegewerkstoffe
- RAL-UZ 38 Emissionsarme **Produkte aus Holz und Holzwerkstoffen** (Laminatböden)
- RAL-UZ 14 **Recyclingpapier**

Eco-Zertifikat



Die eco-Zertifikate und Prüfsiegel kennzeichnen Materialien, die auf gesundheitliche Unbedenklichkeit geprüft und weitestgehend umweltverträglich sind.

Die Prüfung umfasst die Produktlebenslinie von der Rohstoffgewinnung über die Herstellung, die Verarbeitung und die Nutzungsphase bis zur Recyclingfähigkeit bzw. Entsorgung.

Produkte mit kritischem Emissionsverhalten können auch bei sonst positiver Bewertung kein Zertifikat erhalten. Materialien, die bekanntermaßen gesundheitlich oder ökologisch problematisch sind, werden nicht zur Zertifizierung angenommen.

Darunter sind auch einige Anbieter von Holzwerkstoffplatten zu finden.

IBR-Zertifikat



Dieses Zertifikat wird vom Institut für Baubiologie Rosenheim GmbH vergeben. Das Prüfsiegel hat eine Gültigkeitsdauer von zwei Jahren, danach kann durch eine positive Nachprüfung eine Verlängerung erfolgen.

Die Prüfkriterien orientieren sich an dem ganzheitlichen Ansatz der Baubiologie. Ausgezeichnet werden umweltschonend erzeugte und gesundheitlich unbedenkliche Baustoffe und Produktionsverfahren. Als Grenzwerte werden in der Regel die Vorgaben der Weltgesundheitsorganisation (WHO) verwendet.

Nature Plus



Ist das Zeichen für Umwelt, Gesundheit und Funktion. Die Vergabe erfolgt nach folgenden Kriterien:

- Anteil **nachwachsender** und/oder mineralischer **Rohstoffe mindestens 85 %**
- Verwendung von **Rohstoffen mit ausreichenden Ressourcen**
- Verbot von umwelt- oder gesundheitsbelasteten **Einsatzstoffen**
- Geringer **Energieverbrauch** in der Herstellung
- Geringe **Emission** in der Herstellungs- und Nutzungsphase
- Ökologisch optimierte **Verpackung**
- Qualifizierte **Verarbeitungshinweise**
- **Volldeklaration** der Einsatzstoffe

Das TÜV-Umweltsiegel "UT21" ist in dem Qualitätszeichen "natureplus" aufgegangen. Die TÜV Süddeutschland Bau und Betrieb GmbH ist Gründungs- und Vorstandsmitglied von natureplus e.V.

Bislang sind vor allem Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen mit dem naturePlus-Siegel ausgezeichnet worden.

Massivholz



Holz ist weltweit gesehen der wichtigste Rohstoff. Es wird durch Wasser, Kohlendioxid und die Energie der Sonne gebildet. Dabei wird Sauerstoff frei. Die wesentlichen Lebensbedingungen des Menschen werden durch diesen Prozess sichergestellt. Jedes kg Holz speichert 1,44 kg CO_2. Ein Holzhaus mit 240 m² Wohnfläche enthält rund 44 Tonnen Holzprodukte. Die Atmosphäre wird damit um 80 t CO_2 entlastet.

Wälder und Produkte aus Holz sind die wichtigste Senke für Kohlendioxid und stabilisieren das Klima.

Die Verwendung von Holz als Werkstoff weist gegenüber vielen anderen Materialien besondere **Vorteile** auf:

- **nachwachsender** Rohstoff
- vielfältige **Einsatzmöglichkeiten**
- energiearme **Verarbeitung**
- günstige **Entsorgbarkeit**

Diese Vorteile gelten zunächst für alle Holzarten, unabhängig von ihrer Herkunft. **Voraussetzung** für diese materialspezifischen Vorzüge ist allerdings eine **nachhaltige Bewirtschaftung des Holzes**. Nur wenn maximal soviel verbraucht wird, wie gleichzeitig zuwächst, bleibt der Ressourcenkreislauf erhalten. In diesem Gleichgewicht wird genau soviel Kohlendioxid im Holz gebunden, wie durch seinen Verbrauch freigesetzt wird. Nicht nachwachsende Rohstoffe wie Metalle oder Erdölprodukte werden durch den menschlichen Verbrauch unwiderruflich verringert. Durch die Verbrennung von Erdöl, Gas und Kohle wird zusätzliches Kohlendioxid in die Atmosphäre abgegeben, welches zur Erwärmung der Erdatmosphäre beiträgt.

In Mitteleuropa finden sich ca. 50 verschiedene Holzarten. Wirtschaftliche Bedeutung haben allerdings nur etwa 15. Die wesentlichen Bestandteile des Holzes lassen sich wie folgt auflisten:

	Nadelholz	Laubholz
Zellulose	42 - 49 %	42 - 51 %
Hemizellulose	24 - 30 %	27 - 40 %
Lignin	25 - 30 %	18 - 24 %

Daneben finden sich im Holz je nach Art unterschiedliche **Inhaltstoffe** (z.B. Farbstoffe, Gerbsäuren, etc.). Sie

- bestimmen die **Holzfarbe**
- beeinflussen die **Dauerhaftigkeit**
- **korrodieren** Metalle
- können die **Filmbildung** und Trocknung des Lacks stören

- beeinflussen die **Verleimung**
- können die **Gesundheit** beeinträchtigen

Allerdings neigt Holz zur Feuchtigkeitsaufnahme. Daraus können Probleme bei der Oberflächenbeständigkeit wie auch die Neigung zu Pilzbefall resultieren. Dies macht je nach Einsatzort spezielle konstruktive und im Einzelfall auch chemische Maßnahmen zur Erhaltung notwendig. Die Frage der Beständigkeit hängt eng mit der **Resistenzfähigkeit** des Holzes zusammen. Die Holzarten unterscheiden sich deutlich im Hinblick auf **Widerstandsfähigkeit gegenüber Pilzen und tierischen Schädlingen**. Diese wird vor allem durch die Holzinhaltsstoffe und dem Anteil an Splintholz beeinflusst, der typischerweise sehr viel anfälliger für Pilze und Schädlinge ist.

Nur ausreichend getrocknetes Holz kann die geforderte Maßhaltigkeit gewährleisten und ist die beste Vorbeugung gegen den Befall von holzzerstörenden Pilzen.

In den letzten Jahren gab es einige technologische Entwicklungen, um durch Wärmebehandlungen auch einfache Hölzer besonders resistent zu machen. Derartige **Thermohölzer** können ohne Holzschutzmittel auch bei Erdkontakt eingesetzt werden.

In Deutschland sind 30% der Gesamtfläche bewaldet. Die bei uns vorkommenden europäischen Holzarten werden seit mehreren hundert Jahren nachhaltig bewirtschaftet. **Der jährliche Zuwachs beträgt mehr als 60 Millionen m³ Holz, von denen regelmäßig nicht mehr als 40 Millionen m³ genutzt werden.** Jährlich werden somit mehr als 18,7 Millionen Tonnen CO_2 zusätzlich in unseren Wäldern gespeichert, wodurch die Klimaauswirkungen gepuffert werden. Der Aufwand für Transport und die damit verbundenen Emissionen hält sich bei mitteleuropäischem Holz in Grenzen. Die meisten anderen Rohstoffe müssen in Deutschland aus weitaus größeren Entfernungen importiert werden.

Die **Verwendung des Holzes in Deutschland** kann anhand folgender Zahlen verdeutlicht werden:

Tabelle: Holzrohstoffbilanz für Deutschland 2002

Inlandsaufkommen	Mio. t_{atro}	Mio. Fm	Inlandsverwendung	Mio. t_{atro}	Mio. Fm
Stammholz	14,7	30,3	Holzschliff und Zellstoff	3,1	6,4
Industrieholz	8,3	17,2	Holzwerkstoffe	8,1	16,8
Wald-Restholz	3,7	7,6	Sägeindustrie	14,5	29,9
Sägenebenprodukte	5,0	10,4	Sonstige stoffliche Verw.	1,6	3,0
Rinde	1,3	2,2	Energetisch >1 MW	4,9	9,8
Sonst. Industrie-Restholz	1,6	3,4	Energetisch <1 MW	1,6	3,4
Altholz	4,8	10,0	Hausbrand	6,0	12,3
Landschaftspflegematerial	0,3	0,6			
Insgesamt	**39,7**	**81,7**	**Insgesamt**	**39,7**	**81,7**

Quelle: Holz-Zentralblatt, Nr. 76 2004, Seite 1028

Durch die anhaltende Zunahme der beobachteten **Waldschäden** entsteht vielfach der Eindruck, dass durch die Holznutzung der Wald weiter geschwächt werden könnte. Die wesentlichen Ursachen an den Waldschäden tragen aber:

- Emissionen aus Verbrennungsprozessen
- Stickoxide aus Autoabgasen
- Ammoniak- und Nitratstickstoffe aus der Landwirtschaft

In den letzten 25 Jahren wurden erhebliche Anstrengungen unternommen, bestehende Monokulturen in den Wäldern durch eine verstärkte Förderung von Mischbeständen abzulösen. **Mischwälder** mit vielen Baumarten haben sich als stabiler und resistenter gegenüber der Belastung durch Luftschadstoffe wie auch gegen tierische oder pflanzliche Schädlinge erwiesen. Verschiedene Initiativen in Deutschland fördern den Prozess der nachhaltigen Waldbewirtschaftung. Dabei werden unterschiedliche Konzepte umgesetzt, die unterschiedlichen Kriterien geprüft und mit einem besonderen **Qualitätszeichen** gekennzeichnet.

Massivholzprodukte sind bei guter Verarbeitung **auf eine lange Lebensdauer angelegt**. Sie können zumeist ohne größere Schwierigkeiten repariert werden. Auch können Massivholzprodukte Laufe der Nutzung relativ einfach geänderten Nutzungswünschen angepasst werden.

Auch nach der Nutzung kann Holz problemlos **wiederverwertet** werden. Die aktuelle Altholzverordnung hat dafür den rechtlichen Rahmen geschaffen. Nähere Informationen dazu können auf der Seite Zimmerer > Entsorgung > Baustellenabfälle > Altholz nachgelesen werden.

Kennwerte

Jeder Baum wächst anders und hat dadurch sehr **individuelle Eigenschaften**. Diese werden vor allem durch die jeweiligen Klima- und Standortbedingungen beeinflusst. Insofern ist Holz der ideale Werkstoff für individuelle Produkte. Im Unterschied zu industriell hergestellten Werkstoffen ergeben sich aber auch deutlich größere Bandbreiten für wichtige technologische Eigenschaften.

Tabelle: Durchschnittliche Kennwerte für wichtige Holzarten

Holzart	Rohdichte* in g/cm³	Zugfestigkeit in N/mm²	Biegefestigkeit in N/mm²	Druckfestigkeit in N/mm²
Fichte	0,46	95	80	45
Kiefer	0,52	100	85	47
Eiche	0,71	110	95	52
Buche	0,71	135	140	70
Ahorn	0,63	120	95	50
Kirsche	0,57	98	98	50
Abachi	0,39	60	65	35
Teak	0,68	115	100	58
Wenge	0,85	-	145	80
Light Red Meranti	0,52	100	90	50

Quelle: DIN 68364, Mai 2003, *Rohdichte bei einer Holzfeuchte von 12 %.

Der Datenbank der TU-Dresden können Werte für weitere Holzarten entnommen werden.

Im Hinblick auf die Wärmeisolierung weist Holz gegenüber anderen statisch relevanten Baustoffen erhebliche Vorteile auf. Die Gefahr von Wärmebrücken ist beim Einsatz von Holz gegenüber Stahl, Beton oder Mauerwerk deutlich geringer:

Tabelle: Wärmeleitfähigkeit verschiedener Baustoffe

	Wärmeleitfähigkeit W/m²K
Nadelholz	0,13
Laubholz	0,20
Beton	1,60
Stahl	50,0
Hochlochziegel	0,50
Glas	0,80
Hartschaumplatten	0,04

Quelle: DIN V 4108-4 Juli 2004

Nachhaltigkeitszeichen

Auf dem Markt haben sich einige Nachhaltigkeitszeichen etabliert, mit denen Holz aus nachweislich nachhaltigem Anbau gekennzeichnet wird. Die Verfügbarkeit ist allerdings regional sehr unterschiedlich. Es empfiehlt sich, sich im Einzelfall über das Internet nach Lieferanten zu erkundigen.

- FSC
- PEFC
- Naturland
- Winterholz

FSC-Zertifikat



Der FSC (Forest Stewardship Council) ist eine nichtstaatliche gemeinnützige Organisation und hat das Ziel, die nachhaltige Waldbewirtschaftung weltweit zu fördern. Vor allem bei Tropenhölzern hat sich das FSC-Zeichen etablieren können. Von Umweltgruppen wird es stark favorisiert.

Um ein FSC- Zertifikat zu erhalten müssen die folgenden **Punkte** erfüllt sein:

- Verbot von Düngemitteln, Pestiziden und **Bioziden**
- Verbot von Monokulturen
- Verbot von Kahlschlägen
- Abgestorbene Bäume (Totholz) verbleiben im Wald
- Natürliche Verjüngung sicherstellen
- Referenzflächen
- Maschineneinsatz nur auf Waldwegen und Rückegassen

- Gezielte Förderung der Artenvielfalt
- Personal möglichst ganzjährig beschäftigen
- Regelmäßige Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen
- Arbeitssicherheit gewährleisten
- Hohe Holzqualität erzeugen
- Regelmäßige Forstinventuren durchführen
- Marktgerecht Hölzer produzieren

In Deutschland hat sich die **Gruppe98** gegründet, ein Zusammenschluss von Herstellern unterschiedlichster Holzprodukte, um Erzeugnisse aus FSC-Holz auf den Markt zu bringen.

PEFC-Pan European Forest Certifikation



PEFC ist die größte unabhängige Institution zur Sicherstellung und Vermarktung nachhaltiger Wald- und Forstwirtschaft durch ein Zertifizierungssystem mit Kennzeichen für Holz und Holzprodukte. Das PEFC ist von den europäischen Waldbesitzern gegründet worden.

Für die Vergabe des Zeichens müssen folgende **Kriterien** erfüllt werden:

- die natürliche Waldverjüngung hat Vorrang vor Pflanzungen
- Mischbestände mit standortgerechten Baumarten sind anzustreben
- Kahlschläge sind nur in Ausnahmefällen zulässig
- Wenn möglich sollte auf den Einsatz von Bioziden verzichtet werden
- Der Wald sollte mit minimalen Waldschäden erschlossen werden
- Düngung zur Ertragssteigerung ist verboten
- Abgestorbene Bäume (Totholz) verbleiben im Wald
- Gute Holzqualität erzeugen
- Qualifikationsbezogene Bezahlung der Arbeitskräfte auf Grundlage der geltenden Tarifverträge
- Aus- und Fortbildungsmaßnahmen sicherstellen
- Beachtung der vielfältigen sozialen und ökonomischen Funktionen des Waldes

Naturland Waldbau



Mit diesem Kennzeichen wird Holz aus ökologischer Waldnutzung gekennzeichnet. Um das Naturland-Zertifikat zu erlangen, wird besonderen Wert auf die zukünftige Planung der Bewirtschaftung entsprechend der Naturland-Richtlinien gelegt.

Die konkreten **Anforderungen** an die Vergabe des Zeichens sind:

- Der menschliche Eingriff sollte auf ein Mindestmaß beschränkt werden
- Der Waldboden muss sich ungestört entwickeln können
- Naturverjüngung wenn möglich
- Die natürliche Artenvielfalt muss erhalten bleiben
- Chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel und Mineraldünger sind nicht gestattet
- Mischbestände aus heimischen Arten sind anzustreben
- Kein Kahlschlag
- Abgestorbene Bäume (Totholz) verbleiben im Wald
- 10 % der Flächen dürfen nicht gezielt bewirtschaftet werden

Winter Qualitätsholz



Dieses Zeichen (WQH) kennzeichnet Holz aus nachhaltiger Forstwirtschaft. Für die Kennzeichnung müssen folgende selbstauferlegte **Qualitätsstandards** beachtet werden:

- Bundeswald- und Landeswaldgesetze sind einzuhalten.
- Keine Kahlschläge
- Ernte zwischen dem 01.11.und 31.01.
- Eingesetzte Kettenschmieröle bei der Ernte müssen biologisch abbaubar sein.
- Es müssen Qualitätsmerkmale eingehalten werden z.B. darf nur gesundes Holz verkauft werden, dessen durchschnittliche Jahrringbreit 6 mm nicht überschreiten darf.
- Um die natürliche Trocknung zu unterstützen, bleibt die Krone so lange es geht am Stamm.
- Es dürfen keine chemischen Insektenbekämpfungsmittel verwendet werden.
- In einer Begleiturkunde werden Einschlags- und Bearbeitungszeitraum angegeben.
- Der Sägewerker ist verpflichtet vorrangig Holz aus regionalen Wäldern zu kaufen.
- Das Holz muss so abgelagert werden, wie es die Qualitätsstandards verlangen.
- Chemische Imprägnierung von WHQ zur Vorbeugung ist untersagt.

Thermoholz

Als Thermohölzer werden Hölzer bezeichnet, die durch ein thermisches Verfahren haltbarer gemacht werden. Für die Verbesserung der Haltbarkeit müssen folgende Eigenschaften des Holzes beeinflusst werden:

1. Verminderung der Feuchteaufnahme
2. Erhöhung der Festigkeit
3. Verbesserung der Widerstandskraft gegenüber Pilzen und Holzschädlingen

Durch die thermische Behandlung über 150 °C wird die Holzsubstanz in wesentlichen Eigenschaften verändert. Die dadurch entstehenden Holzprodukte weisen folgende Eigenschaften auf:

Vorteile

- Es findet eine Vergütung über den gesamten Querschnitt statt.
- Die **Dimensions- und Formstabilität** wird um 70% erhöht.
- Erhöhung der **Dauerhaftigkeit bis Resistenzklasse 1** möglich, d.h. es kann sogar im Erdkontakt ohne Holzschutzmittel eingesetzt werden.
- Das Holz erhält eine dunkle gleichmäßige **Färbung**.
- **Dichte**, Wärmeleitfähigkeit und Feuchteaufnahme werden verringert.

Nachteile

- Verringerung der **Biegefestigkeit** um etwa 40%.
- Das Holz **versprödet**.
- Der **pH-Wert** sinkt auf 4 bis 5 ab.
- Die **elektrische Leitfähigkeit** erhöht sich um 7 bis 25%.

Mit dem Verfahren können preiswerte Weichhölzer auch in höher belasteten Bereich ohne zusätzliche Schutzmaßnahmen eingesetzt werden, z.B. bei Außenverkleidungen, Gartenmöbeln, Terrassendielen u.ä.

Das Verfahren ist noch relativ neu. Es haben sich bislang drei unterschiedliche Herstellungsansätze ergeben, um die oben beschriebenen Produkteigenschaften zu erreichen. Die Verfahrensdauer hängt stark von den jeweiligen Holzqualitäten und Holzstärken ab.

OHT-Verfahren (Oil Heat Treatment)	• Verfahren mit reinem, naturbelassenem **Pflanzenöl** • Kein Zusatz von sonstigen Stoffen • Das Holz wird **im Ölbad erhitzt** (je nach Anforderung auf (220° - 240°) • Das Öl sorgt für gleichmäßigen Wärmetransport und Wärmeverteilung, sowie für 100% Sauerstoffabschluss • Temperatur im Holz und Öl wird genau gesteuert, überprüft und aufgezeichnet • Keine Ölaufnahme während des Prozesses • Die **Harze werden vollkommen ausgetrieben und sind im Öl gelöst** • Material kommt im Prinzip trocken aus der Anlage (kein Schmierfilm auf der Oberfläche) • **Behandlungsdauer ca. 23-30 Stunden** (je nach Querschnitt und Ausgangsfeuchte) • Energierückgewinnung durch Wärmetauscher zur Verbesserung der Energiebilanz • Grossteil der Primärenergie bleibt im Heißen Öl erhalten
Retification-System	• Das Holz wird vorher **auf 12 % Feuchte getrocknet** • Danach in einer speziellen Kammer langsam auf 210 - 240 °C erhitzt, dies geschieht in einer stickstoffhaltigen Atmosphäre mit weniger als 2 % Sauerstoff • Rein **thermisches Verfahren**
Plato-Verfahren	Das Plato-Verfahren kann in vier Phasen unterteilt werden. **Phase 1: Hydrothermolyse** Das Holz wird in wasserhaltiger Umgebung unter hohen Drücken auf 175 °C aufgeheizt. Das Lignin und die Hemizellulose wird aufbereitet zu reaktiven Zwischenprodukten. Die Zellulose bleibt aber unversehrt, so dass die wesentlichen mechanischen Eigenschaft erhalten bleiben. **Phase 2: Trocknung** Im Ofen wird das Holz auf 8% Feuchtegehalt getrocknet. Dies ist notwendig, um innere Risse während der dritten Phase zu vermeiden. **Phase 3: Aushärtung** Das Holz wird unter trockenen Bedingungen auf 175 °C erhitzt. Die reaktiven Zwischenprodukte aus Phase 1 verbinden sich wieder und vernetzen sich. Durch diesen Prozess wird die Haltbarkeit und

	Dimensionsstabilität wesentlich verbessert. **Phase 4: Konditionierung** In der letzten Phase wird das Holz auf einen Feuchtegehalt von 6 – 8% für die Verarbeitung eingestellt.
ThermoWood	**Phase 1: Aufwärmphase** Durch die Wärme und den Wasserdampf steigt die Temperatur in der Kammer auf 100 °C. Danach wird die Temperatur bis auf 130 °C gefahren. Das Holz wird bis zu einer Holzfeuchte von fast 0% getrocknet. **Phase 2: Wärmebehandlung** Die Temperatur wird auf 185 °C bis 215 °C erhöht. Nach dem Erreichen dieses Niveaus bleibt die Temperatur unverändert für 2 – 3 Stunden (je nach Anwendungsgebiet). **Phase 3: Abkühlung und Regulierung der Ausgleichsfeuchte** Die Temperatur wird durch Wasserzugabe gesenkt. Wenn die Temperatur von 80 °C bis 90 °C erreicht hat, wird das Holz weiter befeuchtet bis zu einer Endfeuchte von 4 bis 7%

Plattenwerkstoffe

Holzwerkstoffe werden durch Verpressen von unterschiedlich großen Holzteilen wie Brettern, Stäben, Furnieren, Furnierstreifen, Spänen und Fasern mit Klebstoff oder mineralischen Bindemitteln hergestellt. Die wesentlichen **Vorteile** beim Einsatz von Holzwerkstoffen gegenüber Massivholz sind:

- **Gleichmäßigere Eigenschaften**
- **Vergütung** des Holzes
- Bessere **Ausnutzung** des eingeschlagenen Holzes
- Geringerer **Verschnitt** in der Verarbeitung
- Geringere **Quell- und Schwindbewegungen** bei Feuchteeinflüssen
- **Großflächigkeit**

Entsprechend des Einsatzbereiches werden Holzwerkstoffe nach der neuen europäischen Produktnorm für Holzwerkstoffe DIN EN 13968 in drei Nutzungsklassen eingeteilt:

Tabelle: Holzwerkstoffklassen und Gebrauchsfeuchte

Nutzungs-klasse	Beschreibung	Holzwerkstoff-klassen (DIN 68800-2)	Klebstoffe
NK 1	**Innenbereich** Typisches Raumklima 20 °, 65 % Luftfeuchte, die nur wenige Wochen pro Jahr höher liegt.	20	Aminoplaste (Harnstofharze) PMDI
NK 2	**Feuchtbereich** Raumklima 20 °, die Luftfeuchte liegt wird nur wenige Wochen pro Jahr über 85 %.	100	Phenolharzleime Phenolharz-Resorcinleime PMDI
NK 3	**Außenbereich** Höhere Holzfeuchten als im Raumklima der Nutzungsklasse 2.	100 G	wie NK 2 zusätzlich mit einem Holzschutzmittel geschützt gegen holzzerstörende Pilze (nicht gegen Schimmelpilze!)

Quelle: DIN EN 13986, März 2004

Die folgende Tabelle veranschaulicht, welche Holzwerkstoffplatte für welchen Einsatzzweck zum Einsatz kommen sollte:

Tabelle: Einsatzbereiche für Holzwerkstoffplatten

Nutzungsklasse	am Tage	nicht tragend	tragend	hochbelastbar
trocken Nutzungsklasse 1	Spanplatten DIN EN 312	P1 + P2	P4	P6
	Bausperrhölzer DIN EN 636	DIN EN 636-1/G	DIN EN 636-1/S	
	OSB DIN EN 300	OSB/1	OSB/2	
	Massivholzplatten (SWP) DIN EN 13353	SWP/1 ntr.	SWP/1 tr.	
	Furnierschichtholzplatten (LVL) EN 14279		LVL/1	
	MDF DIN EN 622-5	MDF	MDF.LA	
	poröse Faserplatten (SB) DIN EN 622-4	SB	SB.LS	
	mittelharte Faserplatten (MB) DIN EN 622-3	MBL + MBH	MBH.LA1	MBH.LA2
	harte Faserplatten (HB) DIN EN 622-2	HB	HB-LA	
feucht Nutzungsklasse 2	Spanplatten DIN EN 312	P3	P5	P7
	Bausperrhölzer DIN EN 636	DIN EN 636-2/G	DIN EN 636-2/S	
	OSB DIN EN 300		OSB/3	OSB/4
	Massivholzplatten (SWP) DIN EN 13353	SWP/2 ntr.	SWP/2 tr.	
	Furnierschichtholzplatten (LVL) EN 14279		LVL/2	
	MDF DIN EN 622-5	MDF.H	MDF.HLS	
	poröse Faserplatten (SB) DIN EN 622-4	SB.H	SB.HLS	
	mittelharte Faserplatten (MB) DIN EN 622-3	MBL.H + MBH.H	MBH.HLS1	MBH.HLS2
	harte Faserplatten (HB) DIN EN 622-2	HB.H	HB-HLA1	HB-HLA.2
außen Nutzungsklasse 3	Bausperrhölzer DIN EN 636	DIN EN 636-3/G	DIN EN 636-3/S	
	Massivholzplatten (SWP) DIN EN 13353	SWP/3 ntr.	SWP/3 tr.	
	Furnierschichtholzplatten (LVL) EN 14279		LVL/3	
	poröse Faserplatten (SB) DIN EN 622-4	SB.E		
	mittelharte Faserplatten (MB) DIN EN 622-3	MBL.E + MBH.E		
	harte Faserplatten (HB) DIN EN 622-2	HB.E		
	zementgebundene Spanplatten DIN EN 634-2		Klasse 1+2	

Quelle: Gesamtverband Deutscher Holzhandel, 2005

Für weitere Informationen zu Kennzeichnung und Einsatzzwecken kann beim Verband ein **Infoblatt** angefordert werden.

Können die geforderten Grenzwerte für die Holzfeuchte der Platten nicht eingehalten werden, so ist mit einer Zerstörung des Verbundes Kleber - Holzmaterial zu rechnen. Die Platten dürfen dann nicht mehr als tragend oder aussteifend in Rechnung gestellt werden. Nach DIN 68800-2 ist dies u.a. in folgenden Anwendungsbereichen der Fall:

- **Fliesenbeläge** im Bereich von Duschen
- Sehr feuchte **massive Neubauten**
- Ställe und andere Gebäude mit langandauernder **hoher relativer Luftfeuchtigkeit** (größer 80%)
- **Spanplatten als Fassadenplatten**

Formaldehyd

Formaldehyd ist ein Stoff, der auch in der Natur und damit im gewachsenen Holz vorkommt. Er wird bei der Herstellung von Plattenwerkstoffen häufig als ein Zusatz für die Verleimung eingesetzt. Bei harnstoffharzgebundenen Spanplatten besteht das Problem des **kontinuierlichen Ausgasens von Formaldehyd**. Durch die Luftfeuchtigkeit wird der "Härter" Formaldehyd in geringen Mengen aus den Platten herausgelöst. Hinzu kommt, dass in der Fertigung der Platten grundsätzlich mit einem geringen Überschuss an Formaldehyd gearbeitet werden muss. Dieser Überschuss entweicht langsam in der späteren Nutzungsphase. Nähere Hinweise zur Abdichtung von Formaldehydausgasungen finden sich auf der Seite Zimmerer > Produktverantwortung > Gesundes Wohnen > Formaldehyd.

Verantwortlich für die Formaldehydabgabe eines Holzwerkstoffes sind neben der Leimart, der Leimauftragsmenge, den Pressbedingungen (Temperatur und Zeit) auch die Holzinhaltsstoffe. Kernhölzer mit einem hohen Anteil an Inhaltsstoffen reagieren mit dem Formaldehyd und verringern dessen Abgabe an den Raum. Bei Sperrholz wirken sich die Furnierdicke und Anzahl der Lagen aus. Deckschichten aus Okumé oder Gabun z.B. weisen geringere Formaldehydemissionen auf als Buche. In der Öffentlichkeit werden meist nur Spanplatten mit Formaldehyd in Verbindung gebracht. Da bei der Herstellung vieler Holzwerkstoffe für die Verleimung Formaldehyd verwendet wird, gelten die **Vorschriften der Chemikalienverbotsverordnung für die Abgabe von Formaldehyd für alle Holzwerkstoffe**.

In Wohn- und Büroräumen hat die Chemikalienverbotsverordnung deshalb einen maximal zulässigen **Grenzwert von 0,1 ppm Formaldehyd in** der Raumluft vorgeschrieben. Mit der verabschiedeten europäischen Norm DIN EN 13986 sind die Grundlagen für ein europaweites **CE-Zeichen** für alle Holzwerkstoffe geschaffen worden. Die Holzwerkstoffe werden diesbezüglich in Emissionsklassen eingeteilt, deren niedrigste Stufe E 1 die Einhaltung des Formaldehyd-Grenzwertes gewährleisten soll. Die Holzwerkstoffe werden dabei entsprechend der Norm in verschiedene Klassen unterteilt:

Tabelle: Emissionsklassen von Holzwerkstoffen

Emissionsklasse	Formaldehydemissionswert
E 1	bis 0,1 ppm
E 2	0,1 - 1,0 ppm
E 3	1,0 bis 2,3 ppm

Quelle: EN 13896, September 2002

In Deutschland dürfen ausschließlich Plattenwerkstoffe der Emissionsklasse E 1 in Vertrieb gebracht werden. In Europa sind durchaus auch E 2-Platten zulässig, sodass man zumindest **bei Platten ausländischer Herkunft einen Nachweis beim Lieferanten erfragen sollte**. Um die

Emissionsklasse E 1 sicherzustellen, müssen die Hersteller durch eine werkeigene Produktionskontrolle entsprechend der Art der Holzwerkstoffe folgende **Grenzwerte** einhalten:

Tabelle: Grenzwerte für E 1-Platten

Werkstoff	Grenzwert für Formaldehyd
Spanplatten/Faserplatten	8,0 mg HCOH/100 g*
Tischlerplatten/Furnierplatten	3,5 mg HCOH/hm²

Quelle: Bundesgesundheitsblatt 10/91 S. 489
*gilt für eine Materialfeuchte von 6,5%.

Die Grenzwerte werden für Span-/Faserplatten mit einem anderen Messverfahren überprüft als für Tischler-/Furnierplatten. **Fragen Sie einfach Ihren Lieferanten, ob er für die von Ihnen verarbeiteten Plattenwerkstoffe die Einhaltung des Formaldehydgrenzwertes durch Messprotokolle belegen kann**.

Denn auch bei einer ausschließlichen Verwendung von E1-Platten kann es unter folgenden Umständen zu einer **Überschreitung des Grenzwertes** für Formaldehyd kommen:

- hohe **Beladung** (Anteil m² Spanplatte zu Raumvolumen)
- erhöhte **Luftfeuchtigkeit** (70 - 95%)
- höhere **Raumtemperaturen** (mehr als 25 °C)

Alle diese Faktoren haben erheblichen Einfluss auf die mögliche Überschreitung des Grenzwertes von Formaldehyd im Raum. Sofern der Raumgrenzwert nicht eingehalten wird, kann dies von Gerichten als erheblicher Mangel angesehen werden.



Einige Holzwerkstoffhersteller haben ihre Platten mit dem **Umweltzeichen** des Blauen Engels ausgezeichnet. Damit soll sichergestellt werden, dass bei Verwendung dieser Platten der gültige Raumgrenzwert von 0,1 ppm Formaldehyd um mindestens 50% unterschritten wird. Nähere Informationen zum Blauen Engel können auf der Seite Zimmerer > Materialien > Materialeinkauf > Umweltzeichen eingesehen werden.



Die RAL-Gütegemeinschaft **"Holzhausbau"** hat sich für seinen strengen Richtwert in Bezug auf die Formaldehydemissionen entschieden. Die in ihren Häusern verwendeten Platten sollen einen max. Perforatorwert von weniger als 2,0 mg/100g atro Platte aufweisen. Diese Platten entsprechen damit in ihrem Emissionsverhalten dem von naturbelassenem Massivholz. Der Raumgrenzwert liegt damit bei ca. 0,03 ppm Formaldehyd und liegt deutlich unter der gesetzlichen Vorgabe.

Spanplatten

Spanplatten bestehen aus Holzspänen, die mit Klebstoff verleimt zu einer Platte verpresst werden. Flachpressplatten haben dabei mit weitem Abstand den größten Marktanteil. OSB-Platten werden inzwischen nicht nur als Schalungsplatten, sondern zunehmend auch gestalterisch im Innenausbau eingesetzt.

Flachpressplatten



Flachpressplatten weisen ein typisches Rohdichteprofil auf. In der Mittellage befinden sich relativ grobe Späne, während die Außenlagen einen hohen Feinspananteil aufweisen. Dadurch entsteht eine sehr glatte Oberfläche. Als Rohspanplatte kann sie furniert oder lackiert werden.

Herstellung

Das Holz für Spanplatten wird regional sehr unterschiedlich bezogen. Im Durchschnitt ergeben sich etwa folgende Werte:

- 57% Restholz aus der Fertigung (Hackschnitzel, Schwarten, Späne...)
- 13% Waldindustrieholz
- 1% Spanplattenrecycling (Aufbereitung von alten Spanplatten)
- 28% Gebrauchtholz (Altholz der Kategorie 1 oder 2)

Zur Verbesserung der Feuchtebeständigkeit wird der Spanplatte etwa 1-2% Paraffin zugegeben. Rothölzer wie auch Eiche werden in Spanplatten nicht verwendet. Lediglich Buche hat je nach Hersteller einen Anteil von bis zu 15%. Die komplette **Sachbilanz** einer typischen Spanplatte für den Innenbereich stellt sich wie folgt dar:

Bild: Sachbilanz für 1 m³ Spanplatte

Input	kg/m³ Platte	Output	kg/m³ Platte
Rohstoffe:		**Produkt:**	
Industrieholz	86,75	Spanplatte atro	636,40
Schwarten u.	92,12	Feuchte	54,13
Kappstücke,		**Summe**	**690,60**
Hackschnitzel	79,41		
Späne	210,90	**Nebenprodukte:**	
Spanplattenrecycling	3,38	Schonplatten,	0,54
Gebrauchtholz	184,40	Kanthölzer, Leisten	
Sonstiges	8,45	Schleifstaub	56,37
		Sonstiger Ausschuss	46,78
Summe Holz	**665,40**		
Summe Wasser	411,50	**Summe**	**103,70**
Leim und	**65,00**		
Zusatzstoffe		flüssige Emissionen	223,00
Flüssiger Input	304,00	feste Emissionen	3,04
Betriebsstoffe	0,07	luftgetragene	
Metalle	1,13	Emissionen	428,50
Sonstiges	1,74		
Summe Input	**1.449,00**	**Summe Output**	**1.449,00**

Quelle: Holz - Rohstoff der Zukunft, August 2001

In beschichteter Form werden Spanplatten als **dekorative Schichtpressstoffplatte** (KF-Platte) hergestellt. Die Dekorpapiere werden aus Zellstofflagen in Melaminharzen getränkt und auf die Rohspanplatten im Herstellwerk aufgepresst. Die wesentlichen Rohstoffe für die verwendeten Dekorpapiere sind:

- gebleichter Zellstoff 55-95%
- Füllstoffe 5-45%
- Farbpigmente 0-40%
- Hilfsstoffe 0-10%

Während früher chlorhaltige Chemikalien in der Vorfertigung eine wichtige Rolle spielten, wird heute zumeist chlorfrei gebleichter Zellstoff mit entsprechend geringeren Umweltauswirkungen eingesetzt. Bei den Farbpigmenten hat man aufgrund der geringeren Umweltprobleme von anorganischen Farbsystemen auf organische umgestellt.

Für die Herstellung von **1 Kubikmeter Spanplatten werden rund 131 kWh elektrischer Energie und 2 386 MJ thermischer Energie benötigt.** Der energieintensivste Schritt ist dabei die Spänetrocknung, die einen Anteil von 70% am Energieverbrauch hat.

Kennwerte

Die Kennwerte differieren je nach Herstellverfahren und Plattendicke.

Dicken in mm	Rohdichte in kg/m³	Schwind/Quellwert je % Holzfeuchteänderung	Wasserdampf-diffusion	Baustoffklasse
4 ... 50	550 - 750	0,35%	50/100	B 2

Quelle: Informationsdienst Holz, Konstruktive Holzwerkstoffe, September 2002

Kennzeichnung

- V 20
- V 100
- V 100 G

entsprechend der Holzwerkstoffklasse nach DIN 68 800-2

Entsorgung

Bei ausreichendem konstruktiven Holzschutz zeichnen sich Spanplatten durch eine hohe Langlebigkeit aus. Aufgrund ihrer gegenüber Massivholz deutlich geringeren Festigkeitseigenschaften sind sie allerdings **weniger reparaturfreundlich.** Sie können geänderten Nutzungswünschen meist nicht angepasst werden.

Grundsätzlich eignen sich alte Spanplatten nur sehr bedingt für eine **stoffliche Verwertung**, denn aus ihnen können keine naturbelassenen Späne im eigentlichen Sinne mehr erzeugt werden. Zudem will man vermeiden, dass durch den Wiedereinsatz von alten Spanplatten der Formaldehydgehalt in den neuen Spanplatten zu stark ansteigt. Deshalb erfordert eine direkte stoffliche Verwertung von Spanplatten, dass die Platten bei Druck und Hitze in wässriger Lösung in ihre Bestandteile Holzspäne und Klebstoffe aufgelöst werden. Nach entsprechender Trocknung stehen die Späne als vollwertiger Materialeinsatz für die Neufertigung von Spanplatten zur Verfügung.

Das Wiederverwertungspotenzial bei Spanplatten konzentriert sich hauptsächlich auf eine **energetische Verwertung.** Dafür sind sie besonders geeignet, weil sie einen höheren Heizwert als Massivholz aufweisen. Allerdings sind an die Verbrennung aufgrund der Bindemittelbestandteile besondere technische Anforderungen zu stellen. Werden diese nicht berücksichtigt, kann es zu Geruchsbelästigungen und erhöhten Stickoxidemissionen kommen, welche von Ammoniumzusätzen herrühren. Spanplattenreste werden der Brennstoffgruppe 7 nach der Kleinfeuerungsanlagenverordnung (**1. BImSchV**) zugeordnet. Sie dürfen in Anlagen mit einer **Nennwärmeleistung** von mindestens 50 kW energetisch genutzt werden. Weitere Informationen zur thermischen Verwertung von Holzresten finden sich im Bereich Zimmerer > Betriebsplanung > Holzfeuerung.

OSB-PlattenHerstellung



OSB-Platten (Oriented Strand Board) werden wie Flachpressplatten aus Spänen hergestellt, die mit einem Bindemittel zur Platten verpresst werden. Allerdings sind die Späne deutlich größer. Dadurch weisen die Platten in Richtung der Späne eine erhöhte Festigkeit auf.

Die Oberfläche von OSB-Platten ist wesentlich unebener als die von herkömmlichen Flachpressplatten. **Durch die groben Holzspäne betonen sie den Holzcharakter der Platte und eignen sich durchaus dazu, unbehandelt oder nur mit einer Lasur gestrichen eingesetzt zu werden.**

Die Herstellung von OSB-Platten erfolgt ausschließlich durch Industrierestholz und Restholz aus der Fertigung. Die Rahmenbedingungen der Herstellung im Hinblick auf den Energieverbrauch entsprechen denen der Spanplattenherstellung.

Kennwerte

Die Kennwerte differieren je nach Herstellverfahren und Plattendicke.

Dicken in mm	Rohdichte in kg/m³*	Schwind/Quellwert je % Holzfeuchteänderung	Wasserdampf-diffusion	Baustoffklasse
8 ... 30	600 - 700	0,35 %	50/300	B 2

Quelle: Informationsdienst Holz, Konstruktive Holzwerkstoffe, September 2002

Kennzeichnung

- V 20
- V 100

entsprechend der Holzwerkstoffklasse nach DIN 68 800-2

Entsorgung

OSB-Platten werden wie andere Holzwerkstoffe auch als Brennstoff der Brennstoffgruppe 7 (1. BImSchV) eingeteilt. Sie sind also geeignet, in Holzfeuerungsanlagen mit einer Nennwärmeleistung von wenigstens 50 kW verwertet zu werden.

Eine stoffliche Verwertung von OSB-Platten vergleichbar dem Verfahren bei Flachpressplatten hat sich bislang nicht am Markt etablieren können.

Sperrholz

Mit Sperrhölzern werden Plattenwerkstoffe bezeichnet, die aus quer zueinander verlaufenden Holzschichten aufgebaut sind. Durch die Verleimung werden die Quell- und Schwindbewegungen des Holzes abgesperrt. Man unterscheidet dabei Furnierplatten, die auf einer ungeraden Anzahl von Furnierschichten aufgebaut sind, und Tischlerplatten, deren Mittellage aus stabförmigen Holzleisten besteht. Generell ist die Holzausbeute bei Sperrhölzern schlechter als bei Spanplatten, da die Holzqualität höher sein muss und die Kernbereiche nicht verarbeitet werden können.

Furniersperrholz



Baufurniersperrholz entsteht durch kreuzweises Anordnen und Verkleben der Furniere. Die Furniere müssen symmetrisch zur Mittelachse angeordnet sein. Im Innenausbau werden Furniersperrhölzer auch häufig als **Multiplexplatten** bezeichnet. Durch das charakteristische Kantenbild werden Multiplexplatten gerne im Innenausbau eingesetzt.

Herstellung

Die Wahl der Holzart ist vielfältiger als bei anderen Holzwerkstoffen. Während im Baubereich Baufurniersperrholz aufgrund der höheren Festigkeitswerte zum Einsatz kommt, sind es im Innenausbau häufig helle Hölzer wie Pappel oder Gabun. Gebrauchthölzer aus der Anwendung werden in der Herstellung nicht eingesetzt.

Die Furniere werden im Rundlauf vom Stammholz abgeschält und dann auf die jeweils benötigte Breite geschnitten.

Kennwerte

Die Kennwerte differenzieren je nach Herstellverfahren und Plattendicke.

Dicken in mm	Rohdichte in kg/m³	Schwind/Quellwert je % Holzfeuchteänderung	Wasserdampf-diffusion	Baustoffklasse
8 ... 40	450 - 850	0,02 %	50/400	B 2

Quelle: Informationsdienst Holz, Konstruktive Holzwerkstoffe, September 2002

Kennzeichnung

- BFU 20
- BFU 100
- BFU 100 G
- BFU-BU 100
- BFU-BU 100 G

BU steht für Baufurniersperrhölzer aus Buche, die Zahlen entsprechen der Holzwerkstoffklasse nach DIN 68 800-2.

Entsorgung

Bedingt durch ihre höhere Biegefestigkeit gegenüber Spanplatten haben Furnierplatten eine höhere Lebensdauer und können bei Schadensfällen leichter repariert werden.

Eine stoffliche Verwertung ist nicht möglich. Eine energetische Verwertung kann in Kleinfeuerungsanlagen mit einer **Nennwärmeleistung** von mindestens 50 kW erfolgen. Die Platten entsprechen der Brennstoffgruppe 7 der **1. BImSchV**.

Tischlerplatten



Tischlerplatten bestehen aus einer Decklage und Mittellage aus Holzleisten. Die Decklage kann aus Furnier sein oder aus einer dünnen Spanplatte (Span-Tischlerplatte). Bei der Mittellage gibt es zwei Typen. Bei den Stab-Platten sind die Leisten deutlich größer als bei den Stäbchenplatten.

Herstellung

Die Herstellung entspricht den Angaben zum Furniersperrholz.

Kennwerte

Die Kennwerte differieren je nach Herstellverfahren und Plattendicke.

Dicken in mm	Rohdichte in kg/m³	Schwind/Quellwert je % Holzfeuchteänderung	Wasserdampf-diffusion	Baustoffklasse
13 ... 52	400 - 500	0,02 %	50/400	B 2

Quelle: Informationsdienst Holz, Konstruktive Holzwerkstoffe, September 2002

Kennzeichnung

- 20
- 100

plus der jeweiligen Herstellerkennzeichnung. Die Zahlen entsprechen der Holzwerkstoffklasse nach DIN 68 800-2.

Entsorgung

Die Entsorgung entspricht den Angaben zum Furniersperrholz.

Klebstoffe

Die Verbindungen zwischen Holzteilen untereinander und mit anderen Werkstoffen müssen den unterschiedlichsten Belastungen standhalten. Daraus ergeben sich je nach Anwendungsfall konkrete Anforderungen an den Klebstoff in Bezug auf:

- Festigkeit
- Klimabeständigkeit
- Elastizität

Bezogen auf die Klimabelastung werden die Klebstoffe in vier **Beanspruchungsgruppen** unterteilt:

Tabelle: Beanspruchungsgruppen für die Verleimung

Kurzzeichen	Beanspruchung
D 1	**Innenbereich** Die Temperatur ist nur gelegentlich und kurzzeitig mehr als 50 °C und die Holzfeuchte beträgt max. 15%.
D 2	**Innenbereich** Gelegentlich kurzzeitige Einwirkung von abfließendem Wasser oder Kondenswasser und/oder kurzzeitiger hoher Luftfeuchte mit einem Anstieg der Holzfeuchte bis max. 18%.
D 3	**Innenbereich** Häufige kurzzeitige Einwirkung von abfließendem Wasser oder Kondenswasser und langzeitiger Einwirkung hoher Luftfeuchte **Außenbereich** Vor der Witterung geschützt
D 4	**Innenbereich** Häufige starke Einwirkung von abfließendem Wasser oder Kondenswasser **Außenbereich** Der Witterung ausgesetzt mit angemessenen Oberflächenschutz

Quelle: EN DIN 204, Ausgabe September 2001

Für Außenbauteile, Fenster und Haustüren müssen Leime eingesetzt werden, welche den Festigkeitsanforderungen des Rosenheimer Fensterinstituts genügen. Zumeist sind dafür Leime der Kategorie D4 erforderlich.

Während früher natürliche organische Klebstoffe wie Glutinleim oder Kaseinleim verwendet wurden, sind heute fast ausschließlich synthetische Klebstoffe im Einsatz.

Grundsätzlich wird empfohlen, sich bei seinem Hersteller genaue technische Informationen und Sicherheitsdatenblätter zu den eingesetzten Klebstofftypen zu besorgen. Nur so kann entschieden werden, ob bestimmte Gefahrstoffe enthalten sind. Aus der Verpackungskennzeichnung geht dies leider nur begrenzt hervor. Insbesondere Mehrkomponentensysteme enthalten besondere Gefahrstoffe, über die der Verarbeiter **unterwiesen** werden muss, um gesundheitliche Risiken zu vermeiden.

Bezüglich der Verleimung kann zwischen zwei **Grundtypen** unterschieden werden:

- Physikalisch abbindende Klebstoffe
- Chemisch aushärtende Klebstoffe

Physikalisch abbindende Klebstoffe

Hierbei handelt es sich um Klebstoffe, die nicht chemisch reagieren, sondern durch physikalische Klebkräfte zwei Teile miteinander verbinden. Physikalische Verklebungen können durch Wärme, Druck oder Feuchtigkeit wieder rückgängig gemacht werden.

Nasskleben	Nassklebstoffe werden üblicherweise nur auf ein Fügeteil aufgetragen. Die Fügeteile werden sofort geklebt. Eine Haftung tritt erst ein, wenn das Lösungsmittel oder Wasser (als Trägersubstanz) verdunstet ist. Poröse Materialien (z.B. Papier, Pappe, Holz) begünstigen die Trocknung. Beispiel dafür sind z.B. Fugenpapiere bei Furnieren.
Kontaktkleben	Kontaktklebstoffe (z.B. Pattex) werden auf beide Fügeteile aufgetragen. Nach der Ablüftzeit werden die Fügeteile mit einem kurzen, hohen Anpressdruck zusammengefügt. Es tritt eine Soforthaftung ein, die eine schnelle Weiterbearbeitung/Nutzung des Werkstückes erlaubt.
Schmelzkleben	Schmelzklebstoffe sind frei von Lösungsmitteln. Sie kommen überwiegend in Kantenanleimmaschinen zum Einsatz. Es sind keine Dosier- oder Mischvorgänge zu beachten. Der Schmelzklebstoff kann als Pulver, Granulat, Stift, Netz oder Folie durch Temperatureinwirkung in der Klebefuge aufgeschmolzen werden.

Chemisch aushärtende Klebstoffe

Diese Klebstoffe bestehen aus mehreren Komponenten, die chemisch aushärten und vernetzen. Die so verleimten Flächen können nicht mehr durch physikalische Einflüsse voneinander getrennt werden.

Aerobe Klebstoffe	Aerobe Klebstoffe härten an der Luft aus, meist durch Ausnutzung der Luftfeuchtigkeit in einer chemischen Reaktion. Diese Klebstoffe bestehen aus Polyurethanen oder Silikonkautschuk. Montagekleber sind typische aerobe Klebstoffe.
Mehrkomponenten-Klebstoffe	Zwei- oder Mehrkomponentenklebstoffe bestehen aus zwei oder mehreren flüssigen oder pastenförmigen Bestandteilen. Die Komponenten müssen exakt nach dem vorgeschriebenen Verhältnis gemischt werden. Sie härten innerhalb einer von der Temperatur abhängigen Zeit aus. Diese Klebstoffe können nur während einer gewissen Verarbeitungszeit, der **Topfzeit**, verarbeitet werden. Sie müssen bis zum vollständigen Aushärten fixiert bzw. gepresst werden. Mehrkomponentenklebstoffe werden sowohl als Kaltklebstoffe wie auch als Warmklebstoffe angeboten. Für hochfeste Verleimungen im Außenbereich kommen D4-Verleimungen mit Harz und Härter zum

	Einsatz. Auch Pulverleime für die Furnierverleimung sind Mehrkomponentenklebstoffe, deren Einzelkomponenten durch das Anmischen von Wasser aktiviert werden.
Cyanacrylate	Cyanacrylate sind sehr schnell reagierende Klebstoffe (Sekundenkleber), die unter Luftabschluss mit Hilfe der Feuchtigkeitsspuren härten, die auf den zu verklebenden Flächen vorhanden sind.

Weißleim



Weißleime oder PVAC-Leime bestehen zu einem großen Teil aus Wasser. Der Klebstoff selbst ist ein Feststoff. Er wird von Tensiden (ähnlich wie beim Spülmittel) in einem Knäuel im Wasser in der Schwebe gehalten. Wenn der Klebstoff aufgetragen wird, zieht das Wasser ins Holz. Dadurch brechen die Tensidkäfige auf und die fadenförmigen Klebstoffmoleküle strecken sich aus. Durch das herausziehende Wasser schrumpft die Klebstofffuge insgesamt um die Hälfte. Die Klebstoffketten legen sich dadurch eng aneinander.

PVAC-Leime werden schwerpunktmäßig eingesetzt als:

- **Kaltleim** für die Verklebung von Massivhölzern, Plattenwerkstoffen und Kunststoffflächen
- **Heißleim** für die Beschichtung von Plattenwerkstoffen mit Furnieren.

Normale PVAC-Leime entsprechen der Belastungsgruppe D2. Mit Hilfe von Zusatzstoffen, die erst nach dem Aufbringen aushärten, kann die Kategorie D3 erreicht werden. Für D4-Verleimungen im Fensterbau ist die Zugabe von speziellen Härtern erforderlich, die sich mit dem PVAC vernetzen und chemisch aushärten.

Herstellung

Der Grundstoff von Weißleimen besteht aus Polyvinylacetat (PVAC), welches im Wasser in Form von kleinen Kunststoffkügelchen verteilt ist. Es handelt sich dabei um ein Produkt der petrochemischen Industrie. Die Herstellung bedingt den Umgang mit stark gesundheitsgefährdenden Stoffen und unterliegt deshalb aufwändigen Sicherheitsvorschriften.

Der Festköpergehalt beträgt etwa 50-70%. In geringem Umfang können organische Lösemittel zugesetzt sein wie z.B. Butylacetat. Für besondere Einsatzzwecke wie Lackleime steigt der Lösungsmittelgehalt bis auf 20%.

Verarbeitung

Bei der Verarbeitung sind keine besonderen **Gesundheitsprobleme** zu erwarten. Bei der Verarbeitung von Lackleimen mit erhöhtem Lösemittelgehalt können sich zusätzliche Brand- bzw. Gesundheitsgefahren für den Mitarbeiter ergeben. Auch wenn für eine bessere Beständigkeit Härter zugesetzt werden, erhöht sich das gesundheitliche Risiko. Diese Härter können reizende bzw. ätzende Wirkungen auf die Haut haben. Deshalb ist der Verarbeiter im Umgang mit dem Leim entsprechend zu **unterweisen**.

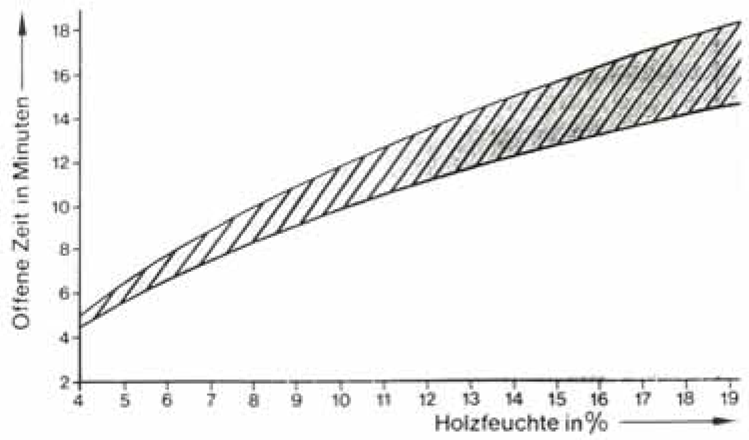
Während der Gebrauchsdauer gehen von PVAC-Leimen keine umweltrelevanten Emissionen aus.

50% der Fehlverleimungen ergeben sich durch Überschreiten der offenen Zeit, d.h. die Zeitdauer, die dem Verarbeiter zwischen dem Auftrag des Leimes und dem Verpressen der Teile zur Verfügung steht. Derartige Fehlverleimungen sind oft nicht direkt sichtbar, sondern vermindern die Klebkraft über die Nutzungsdauer. Als wesentliche Einflussfaktoren auf die offene Zeit können genannt werden:

- weiches, sehr saugfähiges Holz
- geringe Holzfeuchte
- hohe Holz-, Leim- und Raumtemperatur
- geringe Luftfeuchte
- dünner Leimauftrag
- starke Luftbewegung
- direkte Sonneneinstrahlung

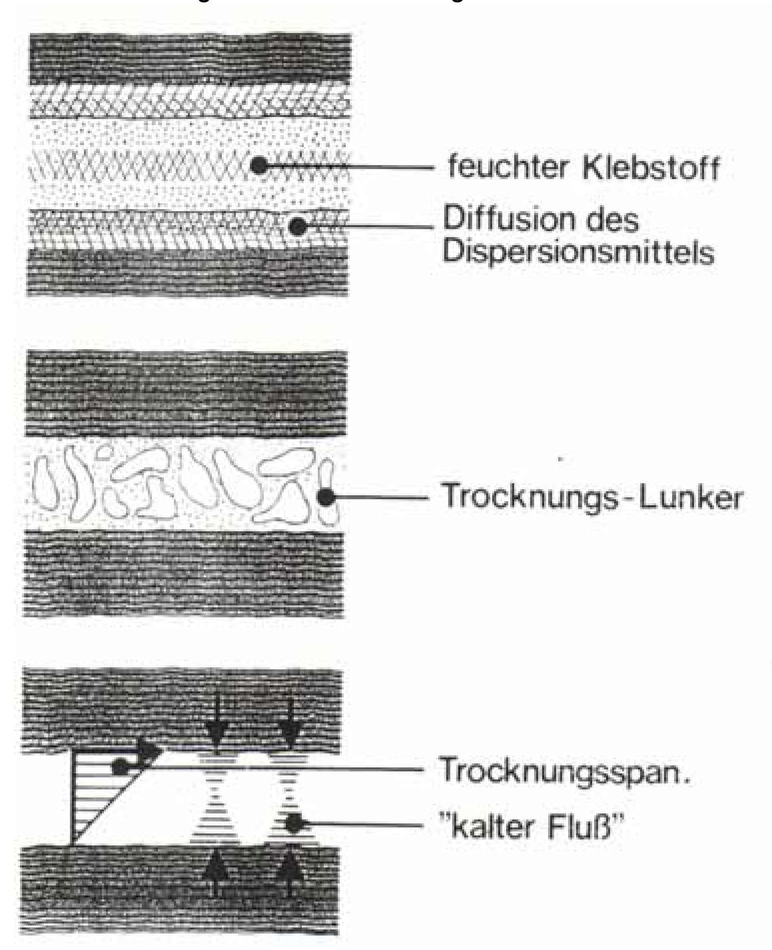
Der **Einfluss der Holzfeuchtigkeit** auf die offene Zeit wird auch durch das folgende Diagramm verdeutlicht:

Diagramm: Einfluss der Holzfeuchte auf die offene Zeit von Weißleimen



Daneben ist die **Passgenauigkeit** der zu verklebenden Teile wesentlich für die erreichbare Klebkraft und Stabilität der Verbindung. So genannte dicke Leimfugen weisen eine deutlich geringere Festigkeit auf, da Trocknungseinschlüsse und zusätzliche Spannungen die Klebefuge belasten.

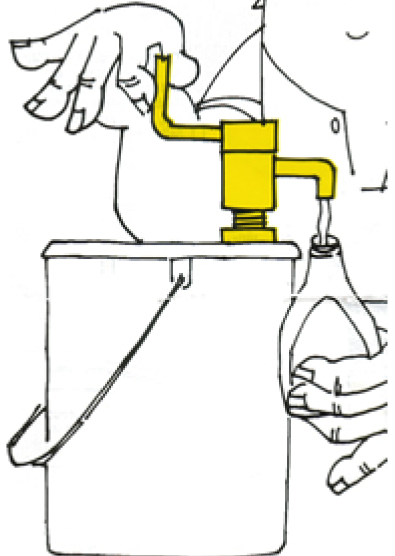
Bild: Auswirkungen dicker Klebstofffugen



Weißleime werden in Zimmererhandwerk typischerweise in großen Gebinden verarbeitet. **Das Entleeren dieser Behälter in kleinere Leimflaschen kann durch folgende Konstruktion erleichtert werden:**

Bild: Easy-Pump für Weißleime





Quelle: Lachner Spezialmaschinen Vertrieb/Bad Feilnbach

Anstatt die Pumpe manuell mit der Hand zu betätigen, kann dies auch mit Hilfe eines Sechskants und einem Akkuschrauber erfolgen.

Für die Verleimung im Fensterbereich werden inzwischen auch Produkte mit **bioziden** Zusatzstoffen angeboten. Damit soll der **Fäulnisschutz** verbessert werden. Ein Großteil der Schadensfälle an Fenstern lässt sich auf offene Brüstungsfugen zurückführen. Die dort eindringende Feuchtigkeit kann sich festsetzen und zu Fäulnisschäden führen.

Entsorgung

Restentleerte Gebinde können entsprechend der Verpackungsverordnung dem dualen System zugeführt werden.

Eine Verwertung von nicht ausgehärteten Leimresten ist nicht möglich. Sie müssen als Sonderabfall entsorgt werden. Ausgehärtete Leimreste können dem allgemeinen Gewerbemüll zugeordnet werden.

PVAC-verleimte Hölzer oder Holzwerkstoffe gehören zu der Brennstoffgruppe 7 (**1. BImSchV**). Sie sind damit als Brennstoffe in Holzfeuerungsanlagen mit einer **Nennwärmeleistung** von mindestens 50 kW zugelassen.

Montagekleber



Montageschäume werden als 1 oder 2-Komponenten-Systeme eingesetzt. Während erstere mit Hilfe der Luftfeuchtigkeit aushärten, benötigen letztere dafür einen zusätzlichen Härter. Montageschäume kombinieren vielfach Dicht- und Klebewirkungen und haben ihren vorrangigen Einsatz bei der Montage von Türen und Fenstern.

Die Leimqualität D4 kann mit 1- wie auch mit 2-Komponenten-Systemen erreicht werden.

Herstellung

Der Grundstoff von PUR-Klebstoffen besteht aus Isocyanaten (MDI). Die Herstellung bedingt den Umgang mit sehr stark gesundheitsgefährdenden Stoffen. Isocyanat wird aus dem sehr giftigen Gas Phosgen gewonnen und unterliegt deshalb bei der Herstellung aufwändigen Sicherheitsvorschriften.

Die Härterkomponente besteht aus Polyolen. Sie wird entweder getrennt dem Harz zugegeben oder ist bei Einkomponenten-Systemen in das Harz eingebunden.

Verarbeitung



Bei der Verarbeitung können **Reizungen und Sensibilisierungen der Haut** auftreten. Der MAK-Wert liegt für MDI sehr niedrig, da der Stoff ein hohes Reaktionspotenzial gegenüber bestimmten Wasserstoffverbindungen, wie z.B. Proteinen aufweist. Für die Verarbeitung sollten die **Hände und die Haut besonders geschützt** werden. Die Mitarbeiter sind ausreichend im Umgang mit dem Klebstoffen und Schäumen zu **unterweisen**, um die gesundheitlichen Risiken so gering wie möglich zu halten.

Die als Montageklebstoffe eingesetzten PUR-Kleber unterscheiden sich in ihrer Zusammensetzung nicht wesentlich von Montageschäumen. Die Schäume werden unter Druck aus den Kartuschen ausgetrieben und dichten die Fuge nach allen Richtungen aus.

1-Kompoennten-Systeme werden typischerweise zur Abdichtung und Verklebung von Fenstern und Haustüren verwendet. 2-Komponenten-Systeme werden vorrangig in der Montage von Innentüren eingesetzt. Nach heutigem Kenntnisstand geben ausgehärtete Montageschäume keine gesundheitsrelevanten Emissionen ab.

Entsorgung

Die Lebensdauer ist je nach Belastung begrenzt. Die Klebstoffe neigen zur Versprödung. Eine Verwertung von Leimresten ist nicht möglich. Ausgehärtete Leimreste können dem allgemeinen Gewerbeabfall zugeordnet werden.

Restgebinde müssen als Sonderabfall "Metallbehältnisse mit schädlichen Inhalten" entsorgt werden. Für die Verwertung der Montageschaum-Dosen gibt es inzwischen **bundesweit eine gute Rücknahmemöglichkeit**. Die Dosen werden in einer besonderen Anlage aufbereitet und weitestgehend einer stofflichen Verwertung zugeführt. Nähere Informationen können auf der Seite Zimmerer > Entsorgung > Wertstoffe > Metallverpackungen nachgelesen werden.

Oberflächenmaterialien

Oberflächenmaterialien dienen dazu, Holzoberflächen zu veredeln. Sie müssen eine Fülle von **Funktionen** erfüllen.

- **Farbgebung**
- **Glanzgrad**
- Verbesserung der **Widerstandsfähigkeit** gegen mechanische Belastungen und chemische Beanspruchungen
- Erhalten der **Atmungsaktivität** des Holzes
- Beeinflussen des **Tastgefühls** der Oberfläche (Haptik)
- Schutz vor **Feuchtebelastungen**
- **UV-Beständigkeit**

Diese unterschiedlichen Anforderungen lassen sich nicht alle gleichzeitig erfüllen. Je nach Einsatzgebiet gilt es, eine für den Kunden optimale Lösung zu finden.

Jede Beschichtung der Holzoberfläche - egal ob Lacke oder Lasuren - verringert die Atmungsaktivität des Holzes deutlich. In einem Wohnumfeld, wo Atmungsaktivität besonders

gefordert ist, sollte nur Bienenwachsbalsam verwendet werden. Alle anderen Stoffe mindern die Wasserdampfdurchlässigkeit um wenigstens 80%!

Zusammensetzung

Die wesentlichen **Bestandteile** von Oberflächenmaterialien für die Holzoberflächen lassen sich wie folgt beschreiben:

Bindemittel	Bindemittel sind die Basis eines jeden Lacks. Sie sind verantwortlich für Glanz, Härte und Strapazierfähigkeit. Aus ihren Komponenten entsteht nach der Trocknung und Härtung der fertige Lackfilm. Bindemittel bestehen zumeist aus Kunstharzen mit einem hohen Anteil natürlicher Stoffe. Sie umhüllen die Pigmente und verbinden sie mit dem Untergrund.
Lösemittel	Lösemittel machen den Lack erst verarbeitungsfähig. Sie können organischer Natur sein oder aus Wasser bestehen. Sie haben mengenmäßig häufig den größten Anteil am Lack.
Pigmente	Die Pigmente sind im Bindemittel fein verteilt und geben dem Lack die Farbe. Mit organischen Pigmenten werden eine Vielzahl brillanter Farbtöne erzielt. Anorganische Pigmenten sind demgegenüber weniger brillant, weisen aber eine hohe Licht- und Wetterbeständigkeit auf.
Additive	Zu den Additiven zählen zahlreiche Hilfs- und Zusatzstoffe, die den Lacken bestimmte Produkteigenschaften geben. Netzmittel z. B. verhindern das Eindicken und die Flockenbildung. Topfkonservierer unterbinden das Schimmeln und Faulen, UV-Absorber hemmen das Vergilben und Verspröden durch die Sonneneinstrahlung.

Während die Lösemittel bei der Verarbeitung verdunsten, bilden die anderen Stoffe die eigentliche Deckschicht auf der Holzoberfläche. Dieser **Feststoffgehalt** variiert je nach Oberflächenmaterial:

Typ	Lösemittelart	Feststoff-gehalt in %
Beize	organisch oder Wasser	5 - 20 %
Nitrolacke	organisch	10 - 25 %
PUR-Lacke	organisch oder Wasser	25 - 30 %
Acrylatlacke	organisch oder Wasser	15 - 30 %
Öle/Wachse	organisch oder Wasser	30 - 90 %

Im industriellen Maßstab können viele Lacktypen auch als UV-Lack maschinell aufgetragen werden. Dadurch kann der Feststoffgehalt auf ca. 90% erhöht werden bei entsprechender Reduzierung der Lösemittel.

Die Hersteller von Holzlacken haben sich bundesweit verpflichtet, ausschließlich zertifizierte Lösemittel mit kontrollierter Reinheit zu verwenden. Zudem **werden keine formaldehydhaltigen Stoffe in den Holzlacken mehr verwendet**.

Als Orientierung für Beurteilung von Oberflächenmaterialien kann auch das Umweltzeichen RAL-UZ 12a "Schadstoffarme Lacke" herangezogen werden. Die Vergabe des Zeichens ist an folgende Auflagen gebunden:



- Kein Einsatz von sehr giftigen, giftigen, krebserzeugenden, erbgutverändernden und als fortpflanzungsgefährdend eingestuften Stoffen
- Keine bioziden Inhaltsstoffe
- Gesundheitsschädliche oder ätzende Stoffe dürfen maximal einen Anteil von 40 % am Gesamtgemisch aufweisen.
- Reizende Stoffe nur in einer solchen Menge, dass keine Kennzeichnungspflicht nach der **Gefahrstoffverordnung** erforderlich ist
- Maximaler Gehalt von freiem Formaldehyd 10 mg/kg
- Keine Pigmente oder Trockenstoffe auf der Basis von Blei, Cadmium oder Chrom IV
- Maximaler Gehalt von organischen Lösemitteln je nach Produktgruppe zwischen 2 und 15 %

Der Blaue Engel kommt am ehesten für 1-Komponenten Wasserlacke oder wasserbasierende Lasuren zum Einsatz. Herkömmliche lösemittelhaltige Lacksysteme, Öle oder Wachse können in der Regel nicht damit ausgezeichnet werden.

Verarbeitungsmenge

In Deutschland wurden im Jahr **2004** ca. **64 000 Tonnen Oberflächenmaterialien** im Holzbereich verarbeitet. Diese Gesamtmenge gliedert sich dabei in folgende Bereiche:

Tabelle: Verbrauchsmenge an Oberflächenmaterialien in Deutschland 2004

Typ	Verbrauchsmenge in Tonnen	Anteil an der Gesamtmenge in %
Lösemittellacke	34 560	54
Wasserlacke	20 480	32
UV-Lacke	7 040	11
High-Solids	1 920	3
Öle/Wachse	720	1

Quelle: Umfrage TZH 2004

Lösemittelhaltige Systeme haben demnach immer noch die herausragende Bedeutung. Im Zuge der geplanten Umsetzung der **Farben- und Lackverordnung** werden wasserbasierte Systeme aber weiter an Bedeutung gewinnen. Von der Verordnung sind alle Oberflächenmaterialien betroffen, die für die Beschichtung von Holzprodukten eingesetzt werden. Ausgenommen sind lediglich Anwendungen für die Beschichtung von Möbeln.

- Ab dem Jahr 2007 dürfen dann nur noch Oberflächenmaterialien auf den Markt gebracht werden, deren **Lösemittelgehalt maximal 15%** beträgt.
- In der zweiten Stufe ab dem Jahr 2010 wird dieser Wert noch auf **13% gesenkt**.

Ausgenommen davon sind neben den Möbellacken auch Anwendungen im Restaurationsbereich. Der Lösemittelanteil wird dabei als **VOC-Gehalt** gemessen. Dieser wird folgendermaßen ermittelt:

Bild: VOC-Gehalt

$$VOC(g/kg) = \frac{Masse\ flüchtiger\ Anteile\ (g) - Masse\ Wasser\ (g)}{Masse\ Lack\ (kg)}$$

Die Hersteller sind verpflichtet ihre Produkte zukünftig mit dem jeweiligen VOC-Gehalt eindeutig zu kennzeichnen.

Entsorgung

Oberflächenmaterialien enthalten viele reaktionsfähige Inhaltsstoffe. Deshalb müssen alle Reste an Oberflächenmaterialien, die nicht ausgetrocknet sind, als **Sonderabfall** entsorgt werden. Nähere Informationen dazu können unter Zimmerer > Abfallentsorgung > Oberfläche nachgelesen werden. Ausgehärtete Lasurreste und Öle können normalerweise dem allgemeinen Hausmüll zugeordnet werden.

Die **leeren Lackgebinde** können über den Schrotthandel wiederverwertet werden. Nähere Informationen zur Rücknahme von Verpackungen sind unter Zimmerer > Abfallentsorgung > Wertstoffe > Metallverpackungen nachzulesen.

Reste von behandelten Holzoberflächen entsprechen der Brennstoffgruppe 7 der **1. BImSchV**. Sie können demnach in Holzfeuerungsanlagen mit mindestens 50 kW **Nennwärmeleistung** thermisch verwertet werden.

Öle und Wachse



Öle und Wachse bestehen zum überwiegenden Teil aus nachwachsenden Rohstoffen. Allerdings sind sie keine reinen Naturprodukte. Sie werden durch physikalische und chemische Prozesse umgewandelt, um eine möglichst gleichmäßige Qualität zu erhalten.

Durch die Behandlung mit Ölen oder Wachsen wird das Saugvermögen der Holzoberfläche herabgesetzt und das Eindringen von Flüssigkeiten und Schmutz erschwert.

Eigenschaften

Öle

Öle dringen tief in das Holz ein und füllen die Poren. Sie verbessern die **chemische Widerstandsfähigkeit** des Holzes.

Sie **feuern stark an** und betonen die Holzstruktur. Reine Öle weisen einen geringen Glanzgrad auf.

Wachse

Wachse bilden auf der Oberfläche eine sehr dünne Schicht. Sie verbessern die **mechanische Widerstandsfähigkeit**. Die Wachsschicht wirkt schmutz- und wasserabweisend.

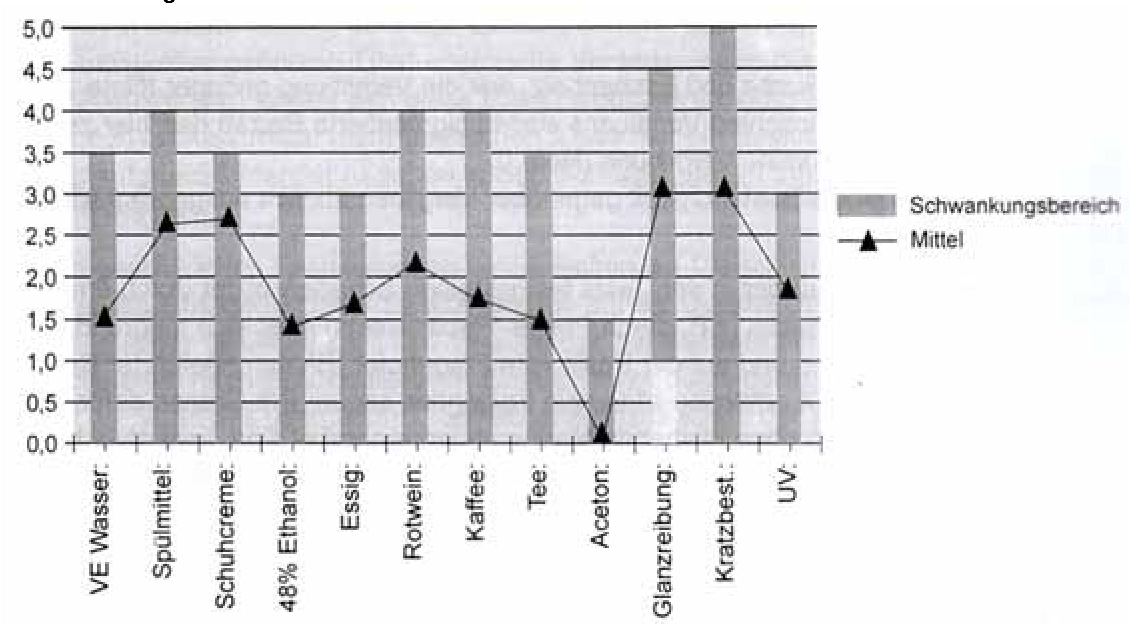
Sie feuern die Oberfläche nicht an. Je nach Rezeptur und Polierverfahren erscheint die **Oberfläche seidenmatt bis glänzend**. Wachse sind insgesamt geruchsneutraler als Öle.

Häufig werden Öle und Wachse kombiniert, um die Vorteile beider Materialien zu nutzen.

Öle und Wachse können nicht die Beständigkeit und Abriebfestigkeit von lösemittelhaltigen 2-Komponenten-Systemen erreichen. Gegenüber 1-Komponentensystemen von Wasserlacken oder Nitrolacken sind sie teilweise durchaus konkurrenzfähig. Sie sind dabei sehr gut reparaturfähig, d.h. kleinere Problembereiche können durch den Kunden selbst abgeschliffen und korrigiert werden.

Aus der folgenden Übersicht wird die **Beständigkeit gegenüber den Prüfflüssigkeiten der DIN 68861-1** verdeutlicht. Die Bewertung erfolgt von 1 - 5. Die Angabe 0 bedeutet, dass keine Veränderung auf der Oberfläche wahrnehmbar war, die Angabe 5 weist auf die Zerstörung der Oberfläche hin.

Bild: Beständigkeit der Öle und Wachse nach DIN 68861



Quelle: Öle und Wachse, Landesfachverband Schreinerhandwerk Baden-Württemberg und Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg, 2003, S. 25

Der erhebliche Schwankungsbereich deutet auf deutliche Unterschiede der am Markt verfügbaren Öle und Wachse hin.

Herstellung

Öle werden überwiegend aus **Leinöl und Holzöl** hergestellt. Beim Leinöl handelt es sich um ein gelbes Öl, welches aus den Samen des Flachses oder Leins heiß oder kalt unter hohem Druck gepresst wird. Heißgepresstes Leinöl ist dunkler als kaltgepresstes und in seiner Qualität geringwertiger. Holzöl wird durch die Pressung von Tungbaumsamen gewonnen. In Lacken wird es überwiegend als **Standöl** eingesetzt. Diese beiden Öle sind sogenannte **trocknende Öle**, d.h. sie härten an der Luft aus, indem sie chemisch mit dem Sauerstoff der Luft reagieren. Um den Trocknungsprozess zu beschleunigen werden dem Öl **Trockenstoffe** in Form von Metallsalzen (Kobalt, Zirkonium) zugesetzt.

Daneben werden weitere nicht trocknende Öle zur Verbesserung der Verarbeitungseigenschaften beigemischt wie z.B.:

- Sonnenblumenöl
- Safloröl
- Nussöl
- Olivenöl

Durch Erhitzen und Mischen werden die jeweiligen natürlichen Rohstoffe den späteren Verarbeitungsbedingungen angepasst.

Bei den **Wachsen** spielen **Bienen- und Carnaubawachs** eine besondere Rolle. Reine Wachsprodukte sind bei Zimmertemperatur pastös oder hart und müssen für die Verarbeitung erwärmt werden.

Als **Lösemittel** werden **Terpentinöle oder Citrusschalenöle** aus nachwachsenden Rohstoffen verwendet. Diese werden aber häufig ergänzt durch organische Lösemittel aus der Erdölproduktion, welche von **aromatischen Verbindungen** weitestgehend gereinigt wurden (Restgehalt weniger als 0,01%). Der erforderliche Lösemittelanteil ist abhängig von der Viskosität der eingesetzten Bindemittel und schwankt zwischen 40 und 70%. Inzwischen gibt es auch **Öle auf Wasserbasis**. Dabei spielen Zucker und Kasein die Rolle des Vermittlers zwischen Öl und Wasser. **Lösemittelfreie Systeme** zeichnen sich durch eine hohe **Viskosität** aus. Sie müssen für die Verarbeitung erhitzt werden, um sie ausreichend zu verflüssigen. Die verschiedenen **Lösemittelkonzepte** sind in der folgenden Übersicht zusammengefasst:

Bild: Lösemittelkonzepte der Hersteller von Ölen und Wachsen

Konzepte der Hersteller	Alipathische Kohlenwasserstoffe	Isoalipathische Kohlenwasserstoffe	Terpene	Lösemittel-frei
Lösemittel	Testbenzine (Terpentinersatz) Wundbenzin, → aromatenfreie Testbenzine	Isoaliphate (z.B. Isopar)	Ätherische Pflanzenöle, Balsamterpentin-Öle, Citrusschalen-Öle	Keine oder Wasser
Herkunft der Lösemittel	Erdöl Tierischer, pflanzlicher Ursprung	Erdöl Tierischer, pflanzlicher Ursprung	Pflanzl. Balsame, Fruchtschalen (nachwachsende Rohstoffe) Pflanzlicher Ursprung	Quellwasser, Natürlicher Ursprung
Herstellungsverfahren	Destillation	Destillation in vielen Reaktionsschritten	Destillation	Wasseraufbereitung
Nachteile	Reste krebsverdächtiger Bestandteile, hautentfettend, Langzeitrisiken nicht auszuschliessen, negative Einwirkungen auf das zentrale Nervensystem möglich (bei fehlenden Schutzmaßnahmen bei der Beschichtung = > Atemschutzmaske), oft nur geringe Lösefähigkeit	geruchsarm (daher fehlende Warnfunktion), negative Einwirkungen auf das zentrale Nervensystem möglich (bei fehlenden Schutzmaßnahmen bei der Beschichtung), hautentfettend, schlechte Lösefähigkeit für Naturharze, deshalb in der Regel Terpenzusatz notwendig	hautentfettend, allergische Reaktionen möglich, negative Einwirkungen auf das zentrale Nervensystem möglich (bei fehlenden Schutzmaßnahmen bei der Beschichtung)	Zwischenschliff unvermeidbar
Vorteile	durch einfache Destillation hergestellt, daher billig; Warnwirkung durch deutlichen Geruch	befreit von schädlichen → Aromaten wie z.B. Benzol (Anteil < 1%)	Warnwirkung durch deutlichen Geruch	keine schädlichen Lösemittel

Quelle: Öle und Wachse, Landesfachverband Schreinerhandwerk Baden-Württemberg
und Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg, 2003, S. 25

Zur Verbesserung der Beständigkeit und der Verarbeitungseigenschaften werden Zuschlagstoffe wie Weichmacher für die Harze, Konservierungsmittel (Borsalze) und Füllstoffe beigegeben. Die Farbgebung und die Lichtbeständigkeit erfordern die Zugabe von Pigmenten.

Es ist üblich, dass die Hersteller von Ölen und Wachsen eine **Volldeklaration** für ihre Produkte angeben. Darin werden alle Zutaten des Produktes entsprechend ihres jeweiligen Anteils aufgelistet. Dies erleichtert die Abschätzung von Allergikern darüber, ob sie bei den jeweiligen Inhaltsstoffen sensibel reagieren könnten. Es muss jedoch berücksichtigt werden, dass es sich um keine reinen chemischen Stoffe handelt, deren Eigenschaften eindeutig definiert sind.

Beschreibung typischer Inhaltsstoffe aus Ölen und Wachsen (pdf, 243 KB).

Schellack

Neben Öl-Wachs-Produkten werden im biologischen Bereich auch Schellacke angeboten. Schellack ist ein tierisches Harz, das von der asiatischen Lackschildlaus ausgeschieden wird. Das Harz weist eine sehr gute Beständigkeit auf und bildet einen hochwertigen Lackfilm.

Schellack **trocknet wesentlich schneller als Öle oder Wachse**. Schon nach 3 - 4 Stunden nach dem Auftrag kann die Fläche weiterbearbeitet werden.

Schellack hat eine **hohe Absperrwirkung**, d.h. er verhindert ein Ausgasen von Inhaltsstoffen, die eventuell gesundheitlich problematisch sein könnten, z.B. für Allergiker. Er kann deshalb auch zur Sanierung von Holzschutzmittelbelasteten Räumen eingesetzt werden. Näheres dazu kann auf der Seite Schreiner > Produktverantwortung > Gesundes Wohnen > Holzschutzmittel nachgelesen werden.

Verarbeitung

Für verschiedene Einsatzgebiete mit entsprechenden Beanspruchungen können unterschiedliche Beschichtungsaufbauten empfohlen werden. Die Beanspruchungen reichen von sehr gering (nur zur Pflegebehandlung von Holzmöbeln im privaten Wohnbereich) bis hin zu sehr hoher Beanspruchung

mit wasserabweisender Wirkung (für Bad- und Küchenmöbel, Fußböden und Treppen). Für den Außenbereich wird kein Öl oder Wachs empfohlen. Hier sollten Lasuren oder Lacke eingesetzt werden.

Bild: Empfehlungen für den Einsatz von Ölen und Wachsen

Bean-spruchungs-klasse	Einsatzgebiete	Beispiel	vorgeschlagene Behandlung	Effekt
sehr gering	Nachbehandlung, Pflege von Holzmöbeln im Wohnbereich		Wachs 1–2 mal	nicht anfeuernd (natur)
gering	Erstbehandlung, nicht beanspruchte Holzteile an Wohnmöbeln	Kleiderschrank innen	Wachs 2 mal; oder Öl-Wachs 1 mal	natur
minder	Erstbehandlung, normal beanspruchte Flächen	Schrankwände im Wohnbereich	Sperrgrund (Schellack) 1 mal und Wachs 1 mal; oder Öl 1 mal und Wachs 1 mal	natur oder leicht anfeuernd
mittel	Erstbehandlung, mit Abrieb beanspruchte Flächen	Tischplatten, Sideboards, Wohnmöbelfronten	Öl-Wachs 1 mal, Wachs 1 mal; oder Öl-Wachs 2 mal; oder Öl 1 mal und Wachs 1 mal	leicht bis mittelstark anfeuernd
stark	Erstbehandlung, mit starkem Abrieb und Reinigungschemikalien beanspruchte Flächen	Fußböden, Treppen, Sitzmöbel Küchenfront	Öl-Wachs 2 mal; oder Hartöl 2 mal und Wachs 1 mal	anfeuernd
sehr hoch	Erstbehandlung, mit starkem Abrieb, Reinigungschemikalien und Wasserdampf beanspruchte Flächen	Bad- und Küchenmöbel, Fußböden und Treppen	Hartöl 2–3 mal; (zusätzlich evtl. Wachs 1 mal) Öl-Wachs 2–3 mal	stark anfeuernd
außen	Erstbehandlung derzeit nicht empfohlen, hierfür Lasuren und Lacke einsetzen			

Quelle: Öle und Wachse, Landesfachverband Schreinerhandwerk
und Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg, 2003, S. 25

Ein direkter Zusammenhang zwischen Auftragsmenge und chemischer Beständigkeit der Oberfläche ist nicht vorhanden. Entscheidend ist, dass sich das Öl oder das Wachs sehr gleichmäßig im Holz verankert und einen durchgehenden Film bildet. Öle bilden keinen Film auf dem Holz, sondern im Holz. **Die mechanische Beständigkeit wird durch den Auftrag in mehreren Schichten verbessert**.

Vorbehandlung der Flächen

Für geölte oder gewachste Flächen gilt der Grundsatz: Je feiner und sauberer die Oberfläche geschliffen ist, desto glatter und gleichmäßiger wird der spätere Oberflächeneindruck. Durch den Einsatz von Breitbandschleifmaschinen im Kalibrierverfahren wird die Oberflächenqualität im Vergleich zu einer Bearbeitung mit Langbandschleifmaschinen oder Handschleifgeräten deutlich verbessert. Die Flächen sollten abgestuft mit Korn 180 - 220 - 280 (Nadelhölzer) bzw. 320 (Laubhölzer) geschliffen werden.

Je feiner der Schliff, desto größer ist auch die Gefahr, dass die Fasern nur gestaucht werden, daher sollten **hochwertige Oberflächen gewässert** werden.

Auftragsverfahren

Generell gilt, dass Öle und Wachse nicht mit herkömmlichen Lacksystemen zusammen kommen sollten. Die Auftragsgeräte sollten getrennt verwendet bzw. sehr sorgfältig gereinigt werden. Jede Vermischung bewirkt eine deutliche Qualitätsminderung.

Werden Öle/Wachse mit Lacken im gleichen Auftragsraum verarbeitet, sollte der **Spritzstand durch Papierfilter geschützt und der Boden mit Karton abgedeckt werden**. Die Öle verkleben die Roste und Filterflächen. Mit Ölresten verunreinigte Böden lassen sich nur schwer reinigen.

Gebinde sind immer gut zu verschließen, um eine Hautbildung zu vermeiden. Notfalls Haut abschöpfen oder abschaben.

Die Verarbeitung von Ölen und Wachsen sollte immer bei mindestens 18 °C erfolgen. Je wärmer das Öl, desto höher seine **Viskosität**. Die Benetzung der Oberfläche ist dann besser und das Öl kann gleichmäßiger aufgetragen werden.

Aufstreichen/Aufrollen

Das Aufrollen mit einem ölfesten Schaumstoff-Roller hat sich in der Praxis am meisten durchgesetzt. Dadurch wird das Material sehr gleichmäßig aufgetragen, Verluste sind minimal. Bei ungünstigen Flächenformen empfiehlt sich der Einsatz eines Naturhaarpinsels.

Das Aufstreichen oder Aufrollen setzt voraus, dass das Öl bei Raumtemperatur ausreichend flüssig ist. Lösemittelfreie Systeme oder Hartwachse können so nicht aufgetragen werden.

Aufspachteln/Aufrakeln

Das Aufspachteln lässt sich auch bei höherviskosen Produkten anwenden. Das Material wird dabei in ausreichender Menge auf die zu bearbeitende Fläche aufgegossen und mit einem gezahnten Spachtel verteilt. Mit der ungezahnten Seite wird das Material in die Poren eingedrückt. Überschüssiges Material kann genau wie beim Aufrollen von der Fläche abgezogen werden. Die Materialausnutzung ist ähnlich gut wie beim Aufstreichen/Aufrollen.

Der Vorteil dieser Arbeitsweise ist, dass das Holz durch die mechanische Einwirkung des Spachtelns porentief **versiegelt** wird. Allerdings ist der Zeitaufwand recht hoch.

Aufspritzen

Die meisten Öle/Wachse lassen sich auch mit der **Becherpistole** verspritzen. Bei flächigen Werkstücken kann man das Material auf diese Weise schneller und gleichmäßiger auftragen als von Hand.

Im Gegensatz zur herkömmlichen Spritzlackierung kommt es nicht darauf an, das Öl möglichst fein zu zerstäuben. Man kann mit niedrigem Drücken arbeiten, um die **Overspray**-Verluste zu minimieren. Hier eignen sich insbesondere nebelarme HVLP-Pistolen. Es ist aber auch normales Druckluftspritzen möglich, wobei Düsengröße und Förderluft je nach Gerätetyp individuell eingestellt werden müssen.

Der wesentliche Vorteil des Aufspritzens ist der gleichmäßige und schnelle Materialauftrag. Allerdings ist die Materialausnutzung deutlich schlechter gegenüber den manuellen Verfahren, da der Overspray-Anteil je nach Teileform mit ca. 30 - 50% der verarbeiteten Menge angesetzt werden muss.

Lösemittelfreie Öle oder Hartwachse werden im **Heißspritzverfahren** aufgetragen. Dafür bedarf es spezieller Heißspritzgeräte. Durch die Hitze verflüssigt sich das Öl/Wachs und kann aufgespritzt werden. Hartwachse können in Kartuschenform eingesetzt werden. Dadurch wird die Gefahr der Hautbildung an der Oberfläche vermieden und das Spritzgerät kann leichter saubergehalten werden.

Der Materialverbrauch beim Heißspritzen ist wesentlich geringer, da keine Lösemittel (Anteil ca. 50%) aufgetragen werden müssen. Auch die Trocknungszeit ist deutlich kürzer.

Tauchen/Fluten

Kleinere Holzteile, Rahmen oder Böden können getaucht oder geflutet werden. Nach einer gewissen Einwirkungsdauer (abhängig vom Holz) lässt man das Öl ablaufen und entfernt den Überschuss.

Zwischenschliff

Überschüssiges Öl kann manuell mit einem Lappen nach einer vom Hersteller angegeben Einwirkungszeit abgenommen werden. Maschinell wird das Material mit einem speziellen Schleifvlies eingearbeitet. **Es darf kein Öl sichtbar auf der Fläche stehen bleiben.** Ansonsten entstehen klebrige Bereiche, die nicht vollständig aushärten.

Gegenüber konventionellen Oberflächensystemen weisen Öle/Wachse deutlich **längere Trocknungszeiten** auf. Ausnahme stellt das Heißspritzen dar, dort müssen keine Lösemittel verdunsten. Die Trocknungszeiten sind abhängig vom Produkt, von der Auftragsmenge, der Raumtemperatur, der Luftfeuchtigkeit und der Luftbewegung.

Beim **Einschleifen** mit Schleifkorn 180 - 220 werden die Holzporen mit feinem Holzstaub und Öl gefüllt und soweit wie möglich verschlossen. Dadurch wird die Oberfläche deutlich glatter.

Wässrige Öle rauen die Holzoberfläche stärker auf, da sich die Holzfasern infolge der Wasseraufnahme aufstellen.

Polieren

Durch das Polieren werden die Poren des Holzes geschlossen und die Oberfläche geglättet. **Die Aufnahmefähigkeit der Oberfläche wird verringert und dessen Widerstandsfähigkeit erhöht.** Der Poliervorgang kann normalerweise 15 - 30 Minuten nach dem Auftragen des Öls erfolgen. Folgende Verfahren kommen zum Einsatz:

- manuell mit einem Lappen oder einer Bürste
- Exzenterschleifer mit einem Schleifvlies
- Exzenterschleifer mit einem Poliervlies
- Flex mit Sisalbürste

Der Landesfachverband Schreinerhandwerk BW hat für die Verarbeitung von Ölen/Wachsen eine **Praxisbroschüre** herausgegeben, die dort bestellt werden kann.

Trocknen

Je nach Lösemittelanteil bedarf es einer mindestens 10-stündigen Trocknung, bis die behandelten Teile zusammengestellt werden können. Eine Weiterverarbeitung sollte erst nach 24 Stunden erfolgen. Die Oberfläche benötigt mehrere Wochen, bis sie vollständig aushärtet.

Lösemittelfreie Produkte, die im Heißspritzverfahren aufgetragen werden, können bereits nach wenigen Stunden weiterverarbeitet werden.

Trocknende Öle benötigen zum Aushärten Luftsauerstoff. Wenn in der Trocknungsphase keine ausreichende Belüftung möglich ist (z.B. im Innern von Schränken) wird der Trocknungsprozess wesentlich verlangsamt und es entstehen für die Öltrocknung typische Gerüche.

Ebenso wird der Trocknungsprozess wesentlich verlangsamt durch folgende Einflussfaktoren:

- niedrige Raumtemperatur (weniger als 15 °C)
- hohe Luftfeuchtigkeit (mehr als 70%)
- zu hohe Auftragsmenge

Die folgende Abbildung zeigt einen **selbsterstellten Trockenwagen** speziell für die Trocknung von ölbehandelten Teilen. Die aufrechte Lagerung ermöglicht eine minimale Berührung der behandelten Flächen.

Bild: Trocknungswagen für ölbehandelte Flächen



Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH/Lemgo

Pflege der Oberfläche

Dem Kunden sollten ausführliche Informationen über die Handhabung und Pflege der geölten/gewachsten Produkte ausgehändigt werden. Alle Hersteller bieten kleine **Reparatursets** an, die der Kunde bei kleineren Oberflächenschäden verwenden kann.

Die Qualität einer geölten Oberfläche "verarmt" im Laufe der Zeit. **Die Oberfläche sollte deshalb je nach Gebrauch alle ein bis zwei Jahre nachgeölt werden.** Sie wird auf diese Weise widerstandsfähiger und bleibt dauerhaft schön.

Besondere Fragestellungen

- **Öle feuern sehr stark die Oberfläche** an. Wo das nicht gewünscht wird, sollte die Oberfläche nur mit Wachs behandelt oder eine Laugen/Seifen-Behandlung durchgeführt werden.
- Manche Öle dunkeln stark nach und nehmen im Laufe der Zeit einen dunkelbraunen Farbton an. Deckend farbige Beschichtungen verändern infolge der **Vergilbung** des Bindemittels den Farbton. Ölgemische aus nicht trocknenden Sorten vergilben weniger stark. Sie eignen sich daher besonders für die Behandlung von hellen Holzarten. Auch mit Hilfe weißer Pigmente kann die Vergilbung vermindert werden. Farbunterschiede werden dadurch ausgeglichen und die Maserung erscheint unschärfer. Allerdings haben Untersuchungen gezeigt, dass so genannte **Weißöle deutlich geringere chemische Beständigkeiten aufweisen als herkömmliche Hartöle**.
- Gelegentlich bilden sich auf ölgesättigten Oberflächen **punktuelle Ausblühungen**, weil das Öl wieder aus den Poren herausgedrückt wird. Durch die Lösemittelverdunstung gelangen sie an die Oberfläche und führen zu leichten Verklebungen. Das Problem tritt verstärkt bei mehreren Ölaufträgen auf. Pigmentierte Öle hingegen neigen weniger zum Ausblühen.
- Öle benötigen für das Aushärten Luftsauerstoff. Der **Luftaustausch ist in Schrankinnenflächen stark eingeschränkt**. Deshalb sollte hier auf eine geölte Oberfläche verzichtet werden. Sie dünstet ansonsten lange nach. Hier haben sich reine Wachsoberflächen oder Schellack besser bewährt.

Gesundheitliche Aspekte

Mit der Verarbeitung von Ölen/Wachsen können **Geruchsbelästigungen** durch die Lösemittel einhergehen. Die Lösemittelanteile wie auch die Bindemittel reizen die Haut und sind gesundheitsschädlich beim Einatmen. Die eingesetzten Lösungsmittel weisen insbesondere bei Terpentinöl auch relativ niedrige MAK-Werte auf. Die verwendeten Bindemittel können

zudem allergisierend wirken. Deshalb sollten auch **Öle und Wachse nur in Oberflächenbereichen mit Absauganlagen verarbeitet** werden.

Terpenhaltige Lösemittel in biologischen Ölen/Wachsen sind nicht so schnell flüchtig wie chemische Lösemittel. Sie dunsten über einen längeren Zeitraum aus den Produkten aus. Dadurch können in der Gebrauchsphase noch Geruchsstoffe der eingesetzten Bindemittel wahrgenommen werden. Darüber hinaus ist aber die Emission von gesundheitsgefährdenden Stoffen nicht zu erwarten.

Die Lebensdauer von Ölen und Wachsen ist in der Regel deutlich geringer als bei konventionellen Oberflächensystemen. Beim Abschleifen alter Oberflächen belasten die vielfach verwendeten Kobalt-Trockenstoffe als Staub die Atemorgane. Sie sind als krebsverdächtig eingestuft. **Deshalb sollte ein Abschleifen von Oberflächen generell nur mit einer ausreichenden Absaugung vorgenommen werden.**

Lagerung

Öle und Wachse sind zumeist nur **schwer entzündlich**, d.h. sie weisen einen **Flammpunkt** oberhalb von 55 °C auf. Dies entspricht der Einstufung von Heizöl. Genaueres ergibt sich aus den Herstellerangaben. Für schwer entzündliche Stoffe ist eine feuerbeständig abgetrennte Lagerung wie bei herkömmlichem Lacksystemen nicht vorgeschrieben. Wasserlösliche Lasuren weisen während der Lagerung keine Entzündungsgefahr auf.

Wasserhaltige Öle und Wachse dürfen nicht unter 4 °C gelagert werden, sie werden sonst durch den Frost zerstört.

Aufgrund ihrer relativ geringen Wassergefährdung bedürfen sie bezüglich der Lagerung keines erhöhten Sicherheitsaufwandes.

Eine besondere **Brandgefahr** geht von den Lappen aus, die zur Verarbeitung der Materialien benötigt werden. Sie können sich selbständig entzünden. **Die Lappen sollten deshalb entweder offen ausgelüftet oder in einem Wassereimer sicher vor einer Selbstentzündung aufbewahrt werden**.

Lasuren



Lasuren sind diffusionsoffener als Lacke und haben bessere elastische Eigenschaften. Sie werden deshalb vor allem zum **Beschichten von Fenstern, Haustüren und anderen Außenbauteilen** eingesetzt. Lasuren dienen vor allem dazu, die Bauteile vor der **Witterung zu schützen** und das Eindringen von Feuchtigkeit zu verhindern. Dies verbessert den **Schutz der Bauteile vor einem Pilzbefall**. Daneben können die Bauteile mit Lasuren **farbig gestaltet** werden. Die **UV-Stabilität** wird deutlich verbessert.

Auch im **Innenbereich** lässt sich mit Lasuren eine farbgebende Beschichtung auf Schränke und Verkleidungen aufbringen.

Während **Dünnschichtlasuren** die Holzmaserung noch gut erkennen lassen, wird mit **Dickschichtlasuren** eine deckende Farbschicht erzeugt.

Herstellung

Der weitaus überwiegende Teil der Lasuren ist heute auf Wasserbasis verfügbar. Teilweise werden sie mit dem **RAL-Umweltzeichen für schadstoffarme Lacke** ausgezeichnet.

Die Bindemittel bestehen aus Acrylaten oder Polymerharzen und werden mit Glykolen als Lösemittel im Wasser stabilisiert. Bei biologischen Herstellern basieren die Lasuren zumeist auf Leinöl als Bindemittel. Einige dieser Hersteller bieten Lasuren inzwischen auch auf Wasserbasis an. Dabei werden Tenside aus Raps-, Rizinusöl, Zucker oder Kasein eingesetzt, um die öligen Bestandteile im Wasser aufzulösen.

Verarbeitung

Die Beschichtung von Holzfenstern und Holzhaustüren stellt den weitaus wichtigsten Bereich der Beschichtungen mit Lasuren dar. Sofern dabei Fichte oder Kiefer als Holzarten eingesetzt werden, ist nach den Vorgaben der DIN 68800-3 eine bläueschutzhaltige Imprägnierung erforderlich. Da diese Fenster häufig auch mit hellen Farbtönen beschichtet werden, würden sich die verblauten Holzteile sehr deutlich abzeichnen. Der Bläuepilz hat aber ausschließlich eine Farbveränderung zur Folge. Die Festigkeit des Holzes wird dadurch nicht beeinflusst.

Typischerweise werden die Fenster zunächst getaucht oder geflutet. Danach erfolgen zwei Anstriche. Der zweite Anstrich kann auch im eingebauten Zustand nachträglich durch einen Maler erfolgen.

Damit eine ausreichende Schichtdicke erreicht werden kann, müssen **alle Kanten mindestens mit 2 mm Radius abgerundet** werden. Ansonsten kann die Lasur in diesen Bereichen keinen ausreichenden Witterungsschutz sicherstellen und blättert ab.

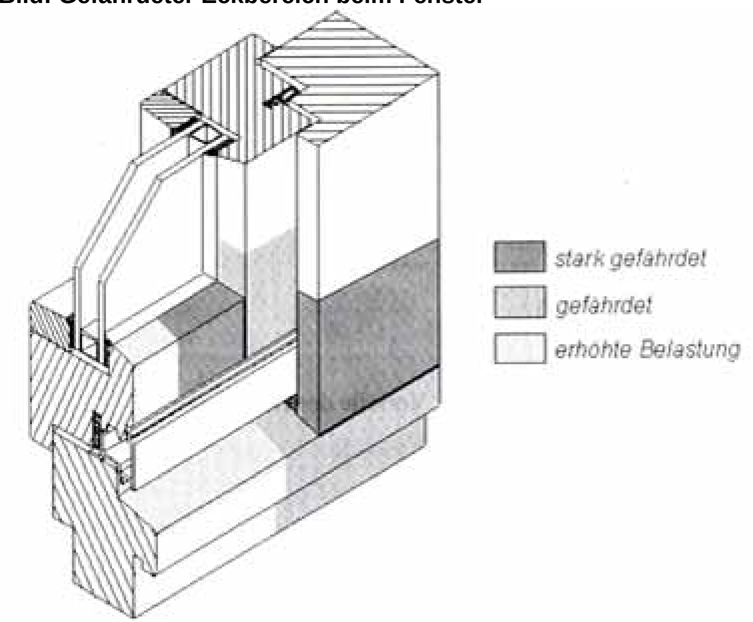
Bild: Mindestradius von Kanten



Quelle: Außenbekleidungen mit Holzwerkstoffplatten, Informationsdienst Holz, Dezember 2001

Insbesondere der Bereich der unteren Fenster- und Rahmenverbindung ist besonders gefährdet. Hier kann am ehesten Feuchtigkeit eindringen und zu Holzschäden führen. In diesem Bereich ist es besonders wichtig, eine ausreichende Schichtdicke sicherzustellen.

Bild: Gefährdeter Eckbereich beim Fenster



Quelle: VFF Merkblatt HO.01, September 2001

Die Qualität der Beschichtung kann nur durch eine ausreichende Schichtdicke gewährleist werden. Zu dünne Schichten verwittern zu schnell und können frühzeitig zu Holzschäden führen. Die **Mindesttrockenschichtdicken** betragen:

- 80 µm bei lasierender Beschichtung
- 100 µm bei deckender Beschichtung

Nach dem aktuellen Stand der Technik kann mit **farblosen oder gering pigmentierten Lasuren kein ausreichender UV-Schutz** gewährleistet werden.

Entsprechend der Bewitterung und Art des Anstrichs können folgende Empfehlungen für die **Renovierungsintervalle** gegeben werden.

Bild: Empfehlungen Renovierungsintervalle für Fenster und Haustüren

Oberflächenschutz		Lasierender Anstrich		Deckender Anstrich	
Holzarten		Nadelhölzer [1])	Laubhölzer	Nadelhölzer [1])	Laubhölzer
Beanspruchung	Farbton				
indirekte Bewitterung	ohne Einschränkung	**6 Jahre**	**6 Jahre und mehr**	**6 Jahre und mehr**	**6 Jahre und mehr**
normale direkte Bewitterung	Hell	**nicht geeignet**	**nicht geeignet**	**5 Jahre**	**6 Jahre**
	Mittel	**3 Jahre**	**4 Jahre**	**5 Jahre**	**6 Jahre**
	Dunkel	**3 Jahre**	**4 Jahre**	**5 Jahre**	**6 Jahre**
extreme direkte Bewitterung	Hell	**nicht geeignet**	**nicht geeignet**	**5 Jahre**	**6 Jahre**
	Mittel	**2 Jahre**	**3 Jahre**	**4 Jahre**	**5 Jahre**
	Dunkel	**2 Jahre**	**3 Jahre**	**4 Jahre**	**5 Jahre**

Quelle: VFF Merkblatt HO.01, September 2001

Bei systematischer Pflege werden von einigen Herstellern auch Gewährleistungen von bis zu 10 Jahren für die Beschichtung auf Holzfenstern gegeben. Häufig sind erforderliche Renovierungen ein Argument der Kunden gegen den Kauf von Holzfenstern. Umso wichtiger ist es, **durch eine optimale Verarbeitung eine ausreichende Beschichtungsqualität sicherzustellen und Renovierungsintervalle möglichst groß zu halten.**

Gesundheitliche Risiken

Bei wasserlöslichen Lasuren fehlt der Geruch als Warnhinweis für mögliche Gefährdungen. Die enthaltenen Bindemittel und Lösemittel sind aber keinesfalls ungefährlich. **Sie sollten nur bei ausreichender Absaugung aufgetragen werden. Eine persönliche Schutzausrüstung durch Atemmasken und Hautschutz ist ebenfalls erforderlich.**

Bei lasierenden Anstrichen auf Lösemittelbasis weisen die eingesetzten Lösungsmittel auf der Basis von Terpentinöl relativ niedrige MAK-Werte auf. Die verwendeten Bindemittel können zudem allergisierend wirken. Deshalb sollten auch **biologische Lasuren auf Lösemittelbasis nur in Oberflächenbereichen mit Absauganlagen verarbeitet** werden.

Beim Abschleifen alter Oberflächen, die mit biologischen Lasuren auf Lösemittelbasis behandelt worden sind, belasten die verwendeten Kobalt-Trockenstoffe als Staub die Atemorgane. Sie sind als krebsverdächtig eingestuft. **Deshalb sollte ein Abschleifen von Oberflächen generell nur mit einer ausreichenden Absaugung vorgenommen werden.**

Lagerung

Wasserlösliche Lasuren weisen während der Lagerung keine Entzündungsgefahr auf. Sie müssen deshalb nicht in feuerbeständig abgetrennten Bereichen gelagert werden.

Wasserhaltige Lasuren dürfen nicht unter 4 °C gelagert werden, sie werden sonst durch den Frost zerstört. Deshalb die Gebinde nicht auf dem Boden, sondern in geeigneten Regalen lagern.

Wasserlösliche Lasuren weisen eine geringe Wassergefährdung auf. Im Normalfall werden sie der Gefährdungsklasse 1 zugeordnet. Ein unmittelbares Eindringen von Resten in die Kanalisation oder den Untergrund muss gleichwohl verhindert werden. **Die Lagerung sollte deshalb in ausreichend abgedichteten Bereichen erfolgen, um im Falle des Auslaufens eines Gebindes eine Verunreinigung des Grundwassers sicher ausschließen zu können**.

Lösemittelhaltige Lasuren sind zumeist nur **schwer entzündlich**, d.h. sie weisen einen **Flammpunkt** oberhalb von 55 °C auf. Dies entspricht der Einstufung von Heizöl. Genaueres ergibt sich aus den Herstellerangaben. Für schwer entzündliche Stoffe ist eine feuerbeständig abgetrennte Lagerung wie bei herkömmlichem Lacksystemen nicht vorgeschrieben.

Holzschutzmittel

Holzschutzmittel dienen dazu, das Holz vor folgenden Belastungen zu schützen:

- **Insektenbefall**
- **Pilzschäden**
- **Feuer**

Für die ersten beiden Schutzbereiche hat sich der Begriff **Holzschutzmittel** eingebürgert. Sie enthalten **biozide** Wirkstoffe, um Insekten oder Pilze abzutöten. Für die Verbesserung des Feuerwiderstandes bei Holzprodukten werden **Feuerschutzmittel** eingesetzt.

Im Zusammenhang mit Holzschutzmitteln kam es **in der Vergangenheit zu teilweise erheblichen gesundheitlichen Problemen durch unsachgemäße Anwendung** und unvollständige Kenntnisse über die konkrete Gefährdung. Dies hat dazu geführt, den Einsatz von Holzschutzmitteln auf das absolut notwendige Minimum zu verringern und in Innenräumen möglichst vollständig durch konstruktive Maßnahmen zu ersetzen. Holzschutzmittel müssen fachgerecht aufgetragen, gelagert und entsorgt werden. Weitere Hinweise hierzu finden sich unter Zimmerer > Produktverantwortung > Gesundes Wohnen > Holzschutzmittel.

Gefährdungsklassen

Der Zimmerer muss für seine Holzbauten ausreichenden Holzschutz gewährleisten. Für die Gefahren durch Pilze und Insekten ist ein **vorbeugender chemischer Holzschutz entsprechend den Vorgaben der DIN 68800-3 erforderlich, wenn durch konstruktive Maßnahmen kein ausreichender Holzschutz sichergestellt werden kann**. Möglichkeiten eines ausreichenden konstruktiven Schutzes werden im Bereich Zimmerer > Holzschutz näher erläutert.

Es kann auf wässrige oder lösemittelhaltige Holzschutzmittel zurückgegriffen werden, die im Rahmen einer Zulassung auf ausreichende Wirksamkeit und geringe Umweltgefährdung geprüft worden sind. Entsprechend der Gefährdung werden Holzschutzmittel wie folgt gekennzeichnet:

Tabelle: Gefährdungsklassen und Beanspruchung nach DIN 68800-3

Gefährdungsklasse	Beanspruchung	Gefährdung	Prüfprädikat
0	Innen verbautes Holz, ständig trocken	keine	-
1	Innen verbautes Holz, ständig trocken	Insekten	Iv
2	Holz, das weder dem Erdkontakt noch direkt der Witterung oder Auswaschung ausgesetzt ist, vorübergehende Befeuchtung möglich	Insekten, Pilze	Iv, P
3	Holz, das der Witterung ausgesetzt ist, aber ohne Erdkontakt	Insekten, Pilze, Witterung	Iv, P, W
4	Holz in dauerndem Erdkontakt oder ständiger starker Befeuchtung ausgesetzt	Insekten, Pilze, Witterung, Moderfäule	Iv, P, W, E

Iv = gegen Insekten vorbeugend wirksam
P = gegen Pilze vorbeugend wirksam (Fäulnisschutz)
W = Witterungskontakt, ohne ständigen Erd- und Wasserkontakt
E = ständiger Erd- und Wasserkontakt

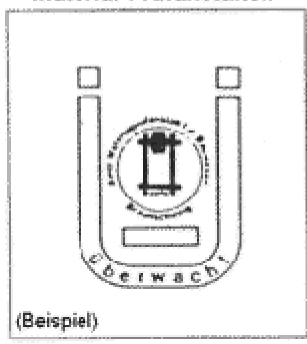
Bauaufsichtliche Zulassung

Wenn ein Holzschutzmittel entsprechend den Vorgaben der DIN 68800 zum Einsatz kommen soll, muss es mit einem bauaufsichtliche Zulassung des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) aufweisen. Diese zugelassenen Mittel weisen ein entsprechendes amtliches Prüfzeichen auf.

Für die Behandlung von Holzbauteilen, die nicht statisch geprüft werden, sollten ebenfalls nur Mittel mit einem **anerkannten Prüfkennzeichen** eingesetzt werden. Die Prüfanforderungen des **RAL** gewährleisten, dass es eine ausreichende Fixierung aufweist und nach dem **Stand der Technik** umweltverträglich ist. Mittel mit dem Kennzeichen des blauen Engels haben keine chemischen Wirkstoffe, sondern dienen vor allem dem Witterungsschutz des Holzes, indem sie dessen Auffeuchtung vermindern.

Bild: Übersicht der Qualitätszeichen für Holzschutzmittel

Amtliches Zeichen der Material-Prüfanstalten



- Für vorbeugende Holzschutzmittel zur Anwendung auf tragenden/aussteifenden Bauteilen
- Für Brandschutzbeschichtungen für Holz und Stahl

Zeichen der Gütegemeinschaft Holzschutzmittel e.V.



- Für vorbeugende Holzschutzmittel zur Anwendung auf nichttragenden Bauteilen
- Für bekämpfende Holzschutzmittel zur Anwendung auf tragenden und nichttragenden Bauteilen

Jury-Umweltzeichen des Umwelt-Bundesamtes "Blauer Engel"



- Für schadstoffarme Lacke, Holzveredelungs- und Wetterschutzmittel. Kennzeichnung gemäß Vergaberichtlinie RAL - UZ 12a.

Wässrige Holzschutzmittel2

Wässrige Holzschutzmittel bestehen aus Salzen, die im Wasser gelöst werden. Folgende Wirkstoffe kommen zum Einsatz:

Tabelle: Wirkstoffe von wässrigen Holzschutzmitteln

Kurzeichen	Hauptbestandteile	Prädikat	GFK	Verbreitung
B-Salze	anorganische Bor-Verbindungen	Iv, P	1,2	sehr häufig
SF-Salze	Silicofluoride	Iv, P	1,2	weniger häufig
CFB-Salze	Fluoride mit Bor-Verbindungen; Chromate	Iv, P, W	1,2,3	weniger häufig
CK-Salze	Kupfersalze; Chromate	Iv, P, W, E	1,2,3,4	weniger häufig
CKA-Salze	Kupfersalze mit Arsenverbindungen; Chromate	Iv, P	3,4	selten
CKB-Salze	Kupfersalze mit Bor-Verbindungen; Chromate	Iv, P, W, E	1,2,3,4	sehr häufig
CKF-Salze	Kupfersalze mit Fluorverbindungen; Chromate	Iv, P, W, E	1,2,3,4	häufig
Quat-Präperate	Quartäre Ammoniumverbindungen	Iv, P, W	1,2,3	weniger häufig
Betain	polymeres Betain	Iv, P, (W)*, (E)	1,2,(3), (4)	weniger häufig
Chromfreie Cu-Präparate(Cu-	Kupfer, Kupfer HDO oder quartäre Ammoniumverbindungen z.T. mit	Iv, P, W, (E)*	1,2,3,(4)	weniger häufig

HDOCu-Quat,Cu-Triazol)	Triazolen und/oder Bor-Verbindungen			

*in Abhängigkeit von der Zusammensetzung, Quelle: Bau-BG, BGI 736 Holzschutzmittel, November 1997

Bei Holzschutzmitteln sind zwei Grundtypen zu unterscheiden:

- **fixierende Holzschutzmittel**, bei denen die Wirkstoffe nach der Tränkung des Holzes durch eine chemische Reaktion ganz oder teilweise in wasserunlösliche Verbindungen überführt werden.
- **nicht fixierende** Holzschutzmittel, die auch nach dem Tränken und der Trocknung des behandelten Holzes stets wasserlöslich bleiben.

Hölzer und Bauteile, die mit nicht-fixierenden Holzschutzmitteln behandelt worden sind, dürfen der Witterung nicht ausgesetzt werden. Sie waschen sonst aus und geben Schadstoffe ins Grundwasser ab. Nicht-fixierende Holzschutzmittel, zu denen vor allem auch Borsalz-Präparate zählen, sind deshalb nur für die Gefährdungsklassen 1 und 2 geeignet.

Gesundheitsgefahren

Borsalze (B)	• unter normalen Umständen gesundheitlich unbedenklich • **WGK**1 (schwach wassergefährdend)
Silicofluoride (SF)	• gesundheitsschädlich beim Verschlucken • reizt die Augen, Atmungsorgane und die Haut • WGK 2 (wassergefährdend)
Chormathaltige Salze (C)	• kann Krebs erzeugen beim Atmen • giftig beim Verschlucken • verursacht Verätzungen • reizt die Augen, Atmungsorgane und die Haut • Sensiblisierung durch Hautkontakt möglich • WGK 3 (stark wassergefährdend)
Betain	• gesundheitsschädlich beim Verschlucken, Einatmen • verursacht Verätzungen • reizt die Atmungsorgane • WGK 2 (wassergefährdend)
Kupfer-HDO	• reizt die Augen und die Haut • gesundheitsschädlich beim Verschlucken • Gefahr ernster Augenschäden • WGK 2 (wassergefährdend)
Quarternäre Ammoniumverbindungen (Quats)	• gesundheitsschädlich beim Verschlucken, Einatmen • verusacht Verätzungen

	• WGK 2 (wassergefährdend)

Chorm(VI)-Verbindungen sind in Form atembarer Stäube und **Aerosole** als krebserzeugend eingestuft. Daher haben sich die Hersteller dieser Präparate entschlossen, chormathaltige Präparate nur noch in Pastenform oder als Flüssigkeiten anzubieten. Damit konnten die Gesundheitsgfahren deutlich verringert werden.

Neben der Krebsgefahr bestehen beim Umgang mit chromathaltigen Holzschutzmitteln noch andere Gefahren. Die Produkte haben ebenso wie Quats und Betain eine ätzende Wirkung auf die Haut und die Schleimhäute und können allergisierend wirken.

Die **TRGS 618 "Ersatzstoffe und Verwendungsbeschränkungen für Chorm (VI)-haltige Holzschutzmittel"** hat folgende Ersatzstoffe vorgegeben:

- Kupfer/Kupfer-HDO
- Kupfer/quartäre Ammoniumverbindungen
- Kupfer/Triazole
- Quartäre Ammoniumsalze
- Triazole

Alle dieser Stoffe werden gesundheitlich und umwelttechnisch günstiger als Chorm(VI)-haltige Holzschutzmittel bewertet. Lediglich für Einsatz in der Gefährdungsklasse 4 (Erdkontakt) sind chormathaltige Mittel noch zugelassen. **Eine Verwendung in anderen Gefährdungsklassen muss der Verarbeiter im Einzelfall genau begründen können.**

Verarbeitung

Alle Holzschutzmittel weisen eine mehr oder weniger **starke Wassergefährdung** auf. Ihre Lagerung muss sicherstellen, dass keine Wirkstoffe ins Grundwasser gelangen können. Näheres zur Gestaltung von Gefahrstofflagern kann unter Zimmerer > Planen > Gefahrstofflager eingesehen werden. Bei wässrigen Holzschutzmitteln ist insbesondere darauf zu achten, dass sie frostfrei gelagert werden.

Soweit flüssige Holzschutzmittel bei der Anlieferung in Lagertanks umgefüllt werden, müssen die Behälter mit dem Produktnamen, dem Gefahrensymbol und der Gefahrenbezeichnung gekennzeichnet sein.

Fixierende Holzschutzmittel dürfen **nur in stationären Anlagen**, z.B. Trogtränkanlagen oder Kesseldruckimprägnieranlagen, eingesetzt werden. Das Spritzen dieser MIttel ist grundsätzlich verboten, weil dabei krebserzeugende Aerosole freigesetzt werden.

In **stationären Tauchanlagen** dürfen die Mittel vorerst weiter verwendet werden, wenn die zuständige Aufsichtsbehörde zugestimmt hat.

Die Behandlung der Hölzer mit Holzschutzmitteln muss durch ausreichend unterwiesene Fachkräfte erfolgen. Die Verarbeitungsrichtlinien des jeweiligen Herstellers sind unbedingt zu beachten.

Ein Überschreiten der Arbeitsplatzgrenzwerte ist nach den Messungen der Berufsgenossenschaft nicht zu erwarten. Lediglich bei Kesseldruckanlagen können chromathaltige Stäube und Aerosole freigesetzt werden. Generell sind folgende Schutzmaßnahmen im Umgang mit Holzschutzmitteln zu empfehlen:



Im Umgang mit Holzschutzmitteln und frisch behandelten Hölzern sollte immer ein **Handschutz** getragen werden, damit keine bioziden Mittel in die Haut gelangen können. Dabei sollten nur Handschuhe aus Nitril oder Butylkautschuk verwendet werden. **Es empfiehlt sich zudem die Haupt mit wasserabweisenden, fetthaltigen Schutzcremes einzucremen.**

Beim Arbeiten direkt an den Tränkanlagen sollten Gummischürzen getragen werden.



Beim Anmischen der Holzschutzmittellösung und generell beim Einbringen der Hölzer in die Troganlage sollte immer auch ein **Augenschutz** verwendet werden, um zu vermeiden, dass Spritzer des Holzschutzmittels ins Auge gelangen können.

Auf den Internetseiten der **GISBAU kann zu allen handelsüblichen Holzschutzmitteln eine Betriebsanweisung heruntergeladen** werden.

Entsorgung

Reste wasserlöslicher Holzschutzmittel werden als besonders überwachungsbedürftige Abfälle eingestuft:

Abfallschlüssel		
Abfallschlüssel	**Abfallbezeichnung**	**Hinweise**
03 02 04	**Anorganische Holzschutzmittel**	**Getrennt aufbewahren**

Weitere Hinweise zur Handhabung und Entsorgung von Sonderabfällen können unter Zimmerer > Abfallentsorgung > Sonderabfälle nachgelesen werden.

Lösemittelhaltige Holzschutzmittel

Holzschutzmittel, die nicht auf der Basis von Salzen bestehen, können in folgende Untergruppen eingeteilt werden:

Schutzmitteltyp	Hauptbestandteile	Prädikat	GFK
Holzschutzmittel in organischen Lösemitteln	Organische Fungizide und Insektizide in organischen Lösemitteln, Xyligen AL, Permethrin, Deltamethrin, Dichlofluanid, Propiconazol, Tebuconazol, Tris-(N-cyclohexyldiazeniumdioxy)-Aluminium	Iv, P, W	1, 2, 3

Holzschutzmittel in organischen Lösemitteln (ohne Wirksamkeit gegen Pilze)	Organische Insektizide in organischen Lösemitteln, Deltamethrin	Iv	1
Wasserverdünnbare Holzschutzmittel (ohne Wirksamkeit gegen Pilze)	Organische Insektizide in wässriger Emulsion, Fenoxycarb	Iv	1
Steinkohlenteer-Imprägnieröle	Steinkohlenteer-Imprägnieröl der Klassen WEI-Typ (B), C nach der Klassifizierung (W.E.I.) Mit einem Benzo(a)pyren-Gehalt bis zu höchstens 50mg/kg (ppm)	Iv, P, W, E	3, 4

Auch bei lösemittelhaltigen Holzschutzmitteln sind zwei Grundtypen zu unterscheiden:

- **fixierende Holzschutzmittel**, bei denen die Wirkstoffe nach der Tränkung des Holzes durch eine chemische Reaktion ganz oder teilweise in wasserunlösliche Verbindungen überführt werden.
- **nicht fixierende** Holzschutzmittel, die auch nach dem Tränken und der Trocknung des behandelten Holzes stets wasserlöslich bleiben.

Hölzer und Bauteile, die mit nicht-fixierenden Holzschutzmittel behandelt worden sind, dürfen der Witterung nicht ausgesetzt werden. Sie waschen sonst aus und geben Schadstoffe ins Grundwasser ab. Nicht-fixierende Holzschutzmittel, zu denen vor allem auch Borsal-Präparate zählen, sind deshalb nur für die Gefährdungsklassen 1 und 2 geeignet.

Gesundheitsgefahren



- **Reizt** die Augen und die Haut



- **Entzündlich** (in Abhängigkeit vom Lösemittelgehalt)

Bei den sonstigen Holzschutzmitteln spielen lösemittelhaltige Produkte die Hauptrolle. Sie weisen einen Lösemittelgehalt von 60 - 90 % auf. **Die Gefährdungen aus der Lösemittelbelastung stehen**

eindeutig im Vordergrund gegenüber denen, die aus den in den Mitteln enthaltenen Wirkstoffen resultieren. Letztere haben nur eine Konzentration von weniger als 1%.

Lösemittel sind sowohl aus gesundheitlichen Gründen als auch wegen des Umweltschutzes als problematisch zu betrachten. **Deshalb sollte, wo immer es technisch möglich ist, auf wasserlösliche Produkte zurückgegriffen werden**.

Verarbeitung

Auch lösemittelhaltige Holzschutzmittel weisen eine Wassergefährdung auf. Die Brennbarkeit aufgrund des hohen Lösemittelgehaltes ist aber für die Lagerung mindestens genauso wichtig. Hinweise zur Gestaltung von Lagern von entzündlichen Produkten können der Seite Schreiner > Betriebsplanung > Lagerung > Lacklager entnommen werden.

Die Mitarbeiter sind insbesondere durch die **Lösemitteldämpfe** gefährdet. Diese können bei folgenden Arbeitsgängen in **höheren Konzentrationen auftreten**:

- Ein- und Ausfahren der Chargen in den Druckkessel einer Kesseldruckanlage
- Streichen von Vordach- und Wandverschalungen
- Spritzen der Holzschutzmittel
- Bekämpfungsmaßnahmen.

Bei **bekämpfenden Maßnahmen** muss grundsätzlich von einer Überschreitung der Arbeitsplatzgrenzwerte ausgegangen werden, da es, bedingt durch die Arbeitsverfahren, zu sehr hohen **Aerosol**- und Dampfkonzentrationen in der Luft kommt. Hier wirken sich auch die bioziden Wirkstoffe aus, die schon bei Aufnahme kleinster Mengen zu Gesundheitsschäden führen können.

Hautkontakt mit steinkohlenteerölhaltigen Präparaten kann Hautkrebs hervorrufen.

Lösemittelhaltige Mittel sollten möglichst immer in stationären Anlagen aufgetragen werden!

Die Behandlung der Hölzer mit Holzschutzmitteln muss durch ausreichend unterwiesene Fachkräfte erfolgen. Die Verarbeitungsrichtlinien des jeweiligen Herstellers sind unbedingt zu beachten.

Folgende **Schutzmaßnahmen** im Umgang mit lösemittelhaltigen Holzschutzmitteln werden empfehlen:



Überall dort, wo die Arbeitsplatzgrenzwerte für Lösemittel nicht sicher eingehalten werden können, muss ein **Atemschutz P 2** benutzt werden.



Im Umgang mit Holzschutzmitteln und frisch behandelten Hölzern sollte immer ein **Handschutz** getragen werden, damit keine bioziden Mittel in die Haut gelangen können. Dabei sollten nur Handschuhe aus Nitril oder Butylkautschuk verwendet werden. **Es empfiehlt sich zudem die Haupt mit wasserabweisenden, fetthaltigen Schutzcremes einzucremen.**

Beim Arbeiten direkt an den Tränkanlagen sollten Gummischürzen getragen werden.



Beim Anmischen der Holzschutzmittellösung und generell beim Einbringen der Hölzer in die Troganlage sollte immer auch ein **Augenschutz** verwendet werden, um zu vermeiden, dass Spritzer des Holzschutzmittels ins Auge gelangen können.

Auf den Internetseiten der **GISBAU kann zu allen handelsüblichen Holzschutzmitteln eine Betriebsanweisung heruntergeladen** werden.

Entsorgung

Lösemittehaltige Holzschutzmittel müssen immer als besonders überwachungsbedürftiger Abfall entsorgt werden. Sie werden wie folgt eingestuft:

Abfallschlüssel	Abfallbezeichnung	Hinweise
03 02 01	**Halogenfreie organische Holzschutzmittel**	Lösemittelhaltige Holzschutzmitteln
03 02 05	**Andere Holzschutzmittel, die gefährliche Stoffe enthalten.**	Steinkohlenteeröle u. ä.
08 01 19	**Wässrige Suspensionen, die Farben oder Lacke mit organischen Lösemitteln oder anderen gefährlichen Stoffen enthalten.**	Reste von wässrigen Holzschutzmitteln

Weitere Hinweise zur Handhabung und Entsorgung von Sonderabfällen können unter Zimmerer > Abfallentsorgung > Sonderabfälle nachgelesen werden.

Feuerschutzmittel

Feuerschutzmittel dienen der Verringerung der Entzündbarkeit von Holz, Holzwerkstoffen und Holzbauteilen. Durch ihre Anwendung kann den in den Landesbauordnungen festgelegten Anforderungen an den baulichen Brandschutz besser entsprochen werden. In der Regel kann damit die **Entflammbarkeit** der Bauteile von normal entflammbar (B2) auf schwer entflammbar (B1) verringert werden.

Feuerschutzmittel sind prüfzeichenpflichtig. **Es dürfen nur bauaufsichtlich zugelassene Mittel eingesetzt werden!**

Grundsätzlich lässt sich zwischen folgenden Typen von Feuerschutzmitteln unterscheiden:

- schaumschichtbildende Mittel
- Feuerschutzsalze

Schaumschichtbildende Mittel

Schaumschichtbildende Feuerschutzmittel sind wässrige Anstrichstoffe mit **dispergierten** schaumbildenden Stoffen (z.B. Milchsäure). Im Brandfall schäumen diese zu einer mehrere Zentimeter dicken, stark wärmeisolierenden Schutzschicht auf und verzögern so das Entzünden des Holzes.

Der Anstrichstoff kann klar, lasierend oder deckend sein. Er wird wie alle typischen Oberflächenbehandlungsmittel mit Pinsel, Rolle oder Airless-Spritzgerät aufgebracht. Dabei muss entsprechend den Vorgaben des Prüfmittelbescheides eine Materialmenge von 300 - 500 g/m² aufgebracht werden. Normalerweise erfolgt dies in zwei oder drei Arbeitsgängen.

Der schaumschichtbildende Brandschutzlack weist **keine besonderen gesundheitlichen Gefährdungen** für den Verarbeiter auf. Er ist selbst nicht brennbar und hat normalerweise keine besonderen toxischen Bestandteile.

Die **Brandschutzbeschichtung muss allseitig erfolgen**, sofern das Holz nicht vollfächig auf massivem mineralischen Untergrund befestigt ist. Um eine ausreichende Haftung des Mittels sicherzustellen, ist häufig eine auf den Schaumschichtbildner abgestimmte Grundierung aufzubringen.

Die **Brandschutzlacke sind nicht sehr feuchteresistent und reagieren empfindlich auf mechanische Beanspruchung.** Sie dürfen deshalb nicht im Freien oder in Räumen angewandt werden, in denen eine lang anhaltende relative Luftfeuchtigkeit von mehr als 70% herrscht. Schaumschichtbildende Feuerschutzmittel eignen sich auch nicht für Bauteile mit hoher mechanischer Beanspruchung, z.B. Türen oder Treppenstufen.

Für den Einsatz in Innenbereichen kann der Oberflächenschutz durch einen auf das Schutzmittel speziell abgestimmten **Schutzlack** ergänzt werden. Das Brandschutzmittel muss zunächst vollständig ausgetrocknet sein, bevor der Schutzlack aufgebracht werden kann. Diese sind meist stark lösemittelhaltig und müssen unter Beachtung der brandschutztechnischen Auflagen in Lackieranlagen aufgebracht werden. Nähere Hinweise dazu können unter Schreiner > Betriebsplanung > Oberfläche eingesehen werden.

Die mit einem schaumschichtbildenden Mittel behandelten Holzteile dürfen nicht der Witterung ausgesetzt werden. Sie sind stets sorgfältig vor Regen zu schützen. Andernfalls besteht die Gefahr der Auswaschung. Das bedeutet zum einen den Verlust der Brandschutzwirkung und zum anderen eine zusätzliche Umweltbelastung.

Ein evtl. notwendiger chemischer Holzschutz gegen Insekten oder Pilze ist vor der Behandlung mit schaumschichtbildenden Feuerschutzmitteln auszuführen. Das benutzte Holzschutzmittel muss auf das Brandschutzmittel abgestimmt und vor der Brandschutzbehandlung ausreichend getrocknet sein.

Entsorgung

Kleinere Reste an schaumschichtbildenden Mitteln können nach der Aushärtung mit dem Hausmüll entsorgt werden. **Nicht ausgehärtete Reste werden als besonders überwachungsbedürftiger Abfall** wie folgt eingestuft:

Abfallschlüssel	Abfallbezeichnung	Hinweise
08 01 19	**Wässrige Suspensionen, die Farben oder Lacke mit organischen Lösemitteln oder anderen gefährlichen Stoffen enthalten.**	Reste von wasserlöslichen Lacken

Weitere Hinweise zur Handhabung und Entsorgung von Sonderabfällen können unter Zimmerer > Abfallentsorgung > Sonderabfälle nachgelesen werden.

Feuerschutzsalze

Feuerschutzsalze sind Brandschutzmittel, die in Wasser gelöst und im Kesseldruckverfahren ins Holz eingebracht werden. Dabei handelt es sich um Phosphate oder Borate. Sie verringern die Entflammbarkeit des Holzes im Brandfall hauptsächlich durch die verstärkte Bildung und Verfestigung einer isolierenden Kohleschutzschicht auf der Holzoberfläche. Es gibt auch Feuerschutzsalze mit gleichzeitiger vorbeugender Schutzwirkung gegen holzzerstörende Insekten und Pilze als so genannte Dreifachsalze.

Genau wie schaumschichtbildende Mittel weisen Feuerschutzsalze nur eine geringe Fixierung auf, d.h. sie dürfen nicht der Witterung ausgesetzt werden.

In der betrieblichen Praxis haben sich weitestgehend schaumschichtbildende Mittel durchgesetzt, da sich Feuerschutzsalze nur im Kesseldruckverfahren (Näheres dazu unter Zimmerer > Technologien > Oberfläche) aufbringen lassen. Zudem sind die farblichen Gestaltungsmöglichkeiten der damit behandelten Oberflächen eingeschränkt.

Entsorgung

Holzschutzsalze müssen immer als **besonders überwachungsbedürftiger Abfall** entsorgt werden. Sie werden folgender Kategorie zugeordnet:

Abfallschlüssel	Abfallbezeichnung	Hinweise
03 02 04	**Anorganische Holzschutzmittel**	Getrennt aufbewahren

Weitere Hinweise zur Handhabung und Entsorgung von Sonderabfällen können unter Zimmerer > Abfallentsorgung > Sonderabfälle nachgelesen werden.

Dämmstoffe

Wärmedämmung steht für **Energiesparen**. Etwa 18% des gesamten Primärenergiebedarfs werden in Deutschland zum Heizen von Gebäuden verbraucht. Dies entspricht einer Menge von umgerechnet knapp 60 Milliarden Liter Heizöl und unterstreicht die überragende Bedeutung der Verbesserung der Gebäudedämmung bei der Reduzierung des Energiebedarfs und des damit einhergehenden Umweltverbrauchs.

Die **Energieeinsparverordnung** gibt zwar relativ enge Grenzen für den Energieverbrauch vor, aber sie gilt zunächst nur für Neubauten. Für den großen Altbaubestand sind die gesetzlichen Sanierungsvorgaben auf nicht gedämmte Dachböden begrenzt. Die Entwicklungen auf dem Energiesektor lassen das Thema aber immer dringlicher erscheinen. Dies wird dazu beitragen, dass auch die Wärmedämmung im Altbau an Bedeutung gewinnen wird.

Der weitaus größte Teil der heute verarbeiteten Dämmstoffe sind Mineralfaser-Dämmstoffe, gefolgt von Hartschaumplatten aus der chemischen Industrie. In den letzten Jahren sind eine Vielzahl **neuer Dämmstoffe auf dem Markt gekommen, die aus nachwachsenden Rohstoffen oder aus Recyclingmaterialien** bestehen. Sie haben das Angebot deutlich verbessert.

Die eingesetzten Dämmstoffe müssen unterschiedliche **Funktionen** wahrnehmen:

- Vermeidung von Wärmeverlusten ("winterlicher Wärmeschutz")
- Erhöhung der Oberflächentemperatur an den Innenflächen der Außenwände
- Verbesserung der Schalldämmung
- Schutz gegen sommerliche Hitze von außen ("sommerlicher Wärmeschutz")
- Senkung des Brandrisikos

Wärmedämmstoffe können in fast allen **Baubereichen** zum Einsatz kommen

- Dach
- Außenwand
- Trennwände
- Fußböden

Baustoffklassen

Nach DIN 4102 werden bezogen auf den Brandschutz folgende **Baustoffklassen** unterschieden:

A	nicht brennbare Baustoffe
B 1	schwer-entflammbare Baustoffe
B 2	normal-entflammbare Baustoffe
B 3	leicht-entflammbare Baustoffe

Zukünftig werden die **Baustoffklassen nach der europäischen Norm DIN EN 13501-1** klassifziert. Dabei wird die Einteilung auch das Rauch- und Abtropfverhalten berücksichtigen. Nähere Informationen dazu finden sich im Glossar.

Vor allem in öffentlichen Gebäuden wird darauf geachtet, dass nicht brennbare oder schwer entflammbare Baustoffe zum Einsatz kommen.

Kennzeichnung

Seit 1. Januar 2004 sind die nationalen Dämmstoffnormen nicht mehr gültig. Alle Dämmstoffe - wie beispielsweise Hartschaum, Mineralwolle oder Holzfaserdämmplatten - sind über die europäischen Produktnormen geregelt und müssen mit dem **CE-Zeichen** gekennzeichnet sein. Über das CE-Zeichen wird auch das Überwachungsverfahren festgelegt, nach dem die Hersteller die erforderliche Qualität der Dämmstoffe sicherstellen müssen. Die Kennzeichnung bezieht sich auf die **Einstufung der Wärmeleitfähigkeit und der Brennbarkeit**. Sie muss groß und deutlich auf der Dämmstoffverpackung angebracht sein.

Die **Wärmeleitfähigkeit** der einzelnen Materialien und damit ihre Isolierwirkung werden mit Hilfe des Lambda-Wertes beschrieben. **In der DIN 4108-4 sind für alle Materialien die maßgeblichen Lambda-Werte festgelegt**.

Die auf den Isoliermaterialien angegebenen Wärmeleitfähigkeitsgruppen entsprechen direkt dem 1000-fachen Lambda-Wert der einzelnen Materialien, z.B. hat Gruppe 035 einen Lambda-Wert von 0,035 W/mK.

Entsprechend der Norm DIN 4108-10 werden folgende **Anwendungsgebiete für Dämmstoffe** definiert:

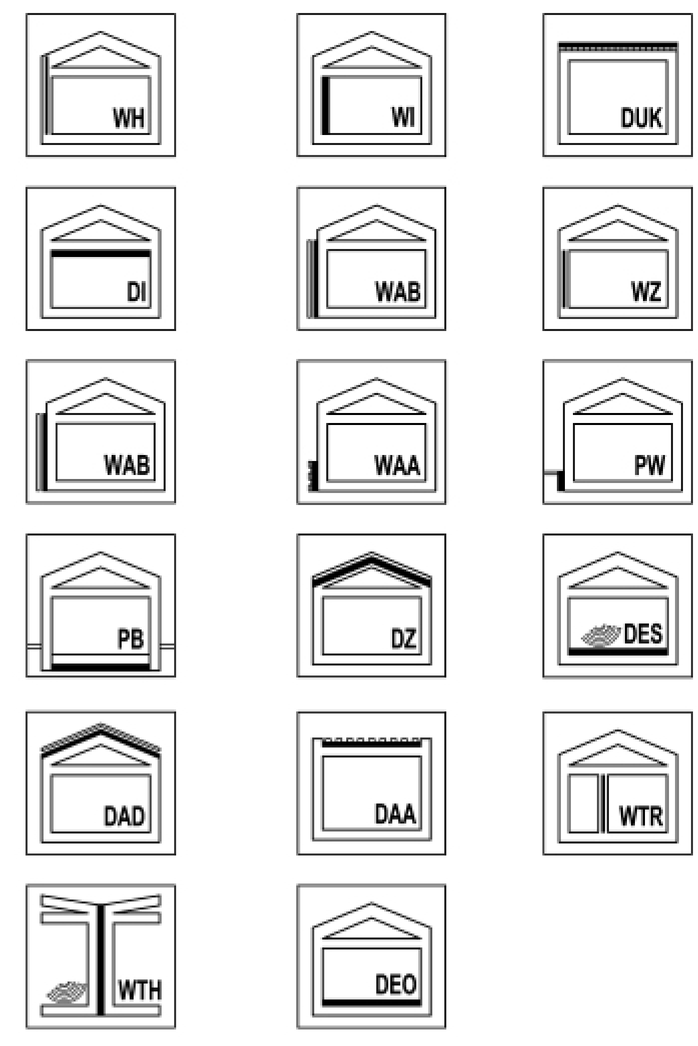
Bild: Anwendungsgebiete von Wärmedämmungen

Anwendungs-gebiet	Kurz-zeichen	Anwendungsbeispiele
Decke, Dach	DAD	Außendämmung von Dach oder Decke, vor Bewitterung geschützt, Dämmung unter Deckungen
	DAA	Außendämmung von Dach oder Decke, vor Bewitterung geschützt, Dämmung unter Abdichtungen
	DUK	Außendämmung des Daches, der Bewitterung ausgesetzt (Umkehrdach)[a]
	DZ	Zwischensparrendämmung, zweischaliges Dach, nicht begehbare, aber zugängliche oberste Geschossdecken
	DI	Innendämmung der Decke (unterseitig) oder des Daches, Dämmung unter den Sparren/Tragkonstruktion, abgehängte Decke usw.
	DEO	Innendämmung der Decke oder Bodenplatte (oberseitig) unter Estrich ohne Schallschutzanforderungen
	DES	Innendämmung der Decke oder Bodenplatte (oberseitig) unter Estrich mit Schallschutzanforderungen
Wand	WAB	Außendämmung der Wand hinter Bekleidung
	WAA	Außendämmung der Wand hinter Abdichtung
	WAP	Außendämmung der Wand unter Putz
	WZ	Dämmung von zweischaligen Wänden, Kerndämmung
	WH	Dämmung von Holzrahmen- und Holztafelbauweise
	WI	Innendämmung der Wand
	WTH	Dämmung zwischen Haustrennwänden mit Schallschutzanforderungen
	WTR	Dämmung von Raumtrennwänden
Perimeter	PW	Außen liegende Wärmedämmung von Wänden gegen Erdreich (außerhalb der Abdichtung)[b]
	PB	Außen liegende Wärmedämmung unter der Bodenplatte gegen Erdreich (außerhalb der Abdichtung)[b]

Quelle: In Anlehnung an die DIN 4108-10, Juni 2004

Die genannten Kurzzeichen werden als **Piktogramme auf den Dämmstoffen** aufgebracht:

Bild: Kurzzeichen und Piktogramme für Dämmstoffe



Quelle: In Anlehnung an die DIN 4108-10, Juni 2004

Die **Produkteigenschaften** werden mit den folgenden Abkürzungen unterschieden:

Bild: Abkürzungen Produkteigenschaften Dämmstoffe

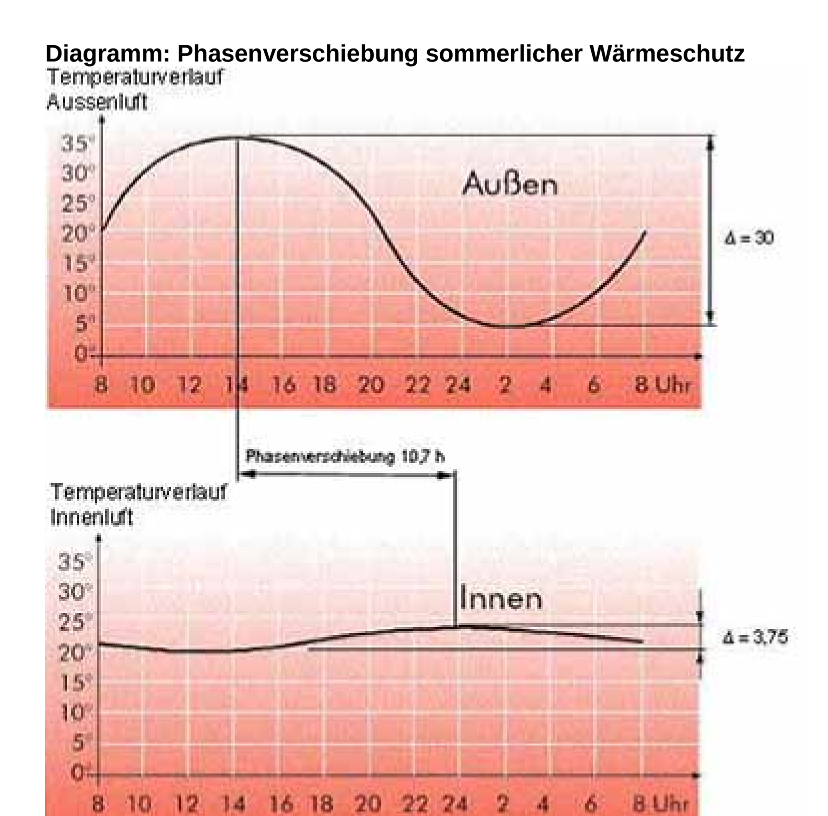
Produkteigenschaft	Kurzzeichen	Beschreibung	Beispiele
Druckbelastbarkeit	dk	Keine Druckbelastbarkeit	Hohlraumdämmung, Zwischensparrendämmung
	dg	Geringe Druckbelastbarkeit	Wohn- und Bürobereich unter Estrich
	dm	Mittlere Druckbelastbarkeit	Nicht genutztes Dach mit Abdichtung
	dh	Hohe Druckbelastbarkeit	Genutzte Dachflächen, Terrassen
	ds	Sehr hohe Druckbelastbarkeit	Industrieböden, Parkdeck
	dx	Extrem hohe Druckbelastbarkeit	Hoch belastete Industrieböden, Parkdeck
Wasseraufnahme	wk	Keine Anforderungen an die Wasseraufnahme	Innendämmung im Wohn- und Bürobereich
	wf	Wasseraufnahme durch flüssiges Wasser	Außendämmung von Außenwänden und Dächern
	wd	Wasseraufnahme durch flüssiges Wasser und/oder Diffusion	Perimeterdämmung, Umkehrdach
Zugfestigkeit	zk	Keine Anforderungen an Zugfestigkeit	Hohlraumdämmung, Zwischensparrendämmung
	zg	Geringe Zugfestigkeit	Außendämmung der Wand hinter Bekleidung
	zh	Hohe Zugfestigkeit	Außendämmung der Wand unter Putz, Dach mit verklebter Abdichtung
Schalltechnische Eigenschaften	sk	Keine Anforderungen an schalltechnische Eigenschaften	Alle Anwendungen ohne schalltechnische Anforderungen
	sg	Trittschalldämmung, geringe Zusammendrückbarkeit	Schwimmender Estrich, Haustrennwände
	sm	Trittschalldämmung, mittlere Zusammendrückbarkeit	
	sh	Trittschalldämmung, erhöhte Zusammendrückbarkeit	
Verformung	tk	Keine Anforderungen an die Verformung	Innendämmung
	tf	Dimensionsstabilität unter Feuchte und Temperatur	Außendämmung der Wand unter Putz, Dach mit Abdichtung
	tl	Verformung unter Last und Temperatur	Dach mit Abdichtung

Quelle: In Anlehnung an die DIN 4108-10, Juni 2004

Sommerlicher Wärmeschutz

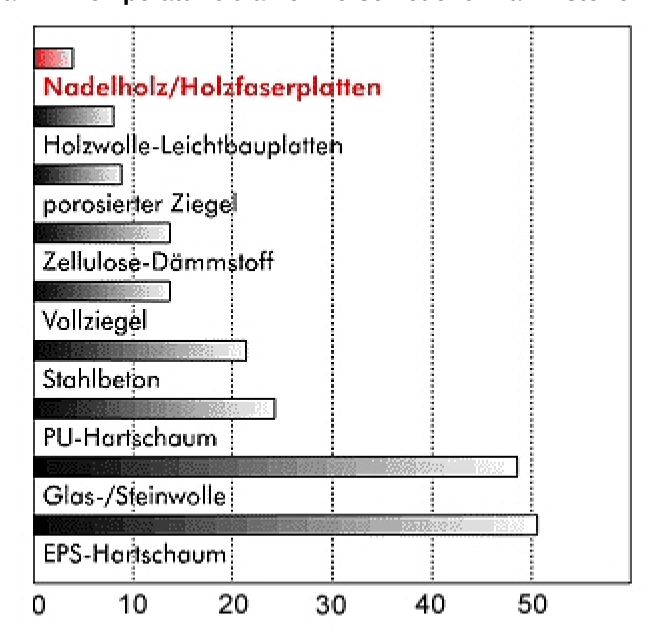
Angesichts steigender Temperaturen im Sommer hat auch der sommerliche Wärmeschutz an Bedeutung gewonnen. Um Wohnräume, besonders unter dem Dach, vor Überhitzung zu schützen, muss der eingesetzte Dämmstoff durch seine Wärmespeicherfähigkeit den Wärmefluss von außen bis ins Rauminnere so stark wie möglich dämpfen und zeitlich verzögern. Die Phasenverschiebung gibt an, wie lange es dauert, bis die Tagestemperaturspitze ein Bauteil von der Außenseite zur Innenseite durchwandert und von dort Wärme an den Raum abgibt.

Diagramm: Phasenverschiebung sommerlicher Wärmeschutz



Diese Phasenverschiebung ist abhängig von der **Temperaturleitzahl** des eingesetzten Dämmmaterials. Je geringer die Temperaturleitzahl, desto besser ist der sommerliche Wärmeschutz.

Diagramm: Temperaturleitzahlen verschiedener Dämmstoffe

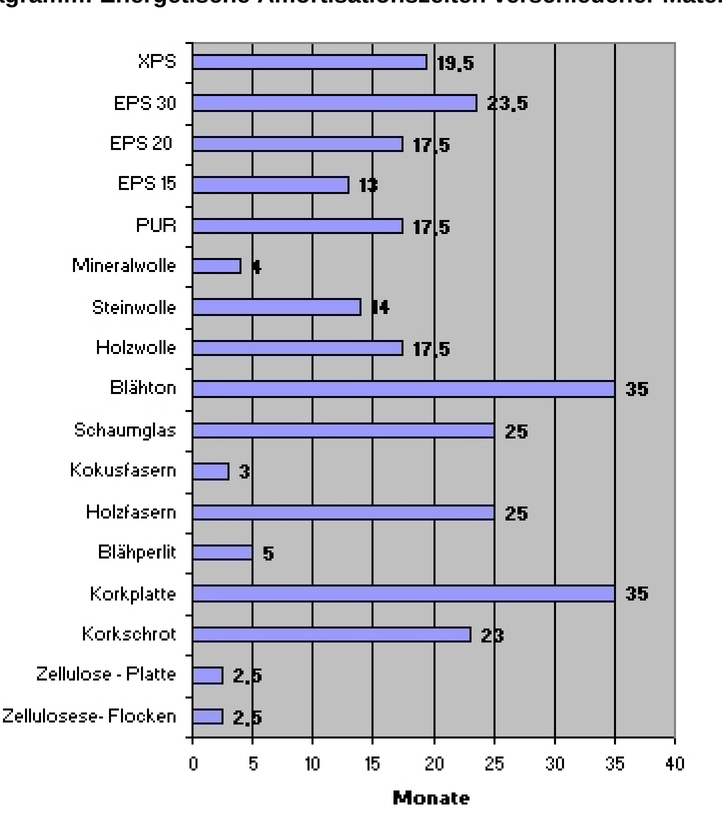


Insbesondere **Materialien aus nachwachsenden Rohstoffen** zeigen hier gegenüber herkömmlichen Dämmmaterialien **deutliche Vorteile**.

Energetische Amortisation

Dem Energieaufwand auf die Herstellung eines Dämmmaterials steht dessen Dämmfähigkeit im Laufe der Nutzungszeit gegenüber. Man kann die Materialien daran vergleichen, wie lange sie benötigen, um den Herstellaufwand wieder eingespart zu haben. Ein Dämmmaterial ist umso günstiger zu beurteilen, je kürzer diese **Amortisationszeit** ist.

Diagramm: Energetische Amortisationszeiten verschiedener Materialien in Monaten



Quelle: In Anlehnung an "Wärmedämmstoffe im Vergleich", 2000, S. 79

Hier schneiden Wärmedämmstoffe aus Zellulose besonders günstig ab, allerdings dicht gefolgt von herkömmlicher Mineralfaserdämmung.

Gefährdungsklasse 0

Nach DIN 68800-2 ist eine Einstufung in die **Gefährdungsklasse** 0 nur möglich, wenn die Dämmung in den Gefachen hierfür die Voraussetzungen erfüllt:

- geringer **Diffusionswiderstand**
- geringes **Feuchtespeichervermögen**
- ausreichende **Elastizität**, um Maßtoleranzen ausgleichen zu können, so dass keine Fugen (Wärmebrücken) entstehen
- ausreichende **Gefügesteifigkeit**, um Wärmebrücken durch "Nachsacken" zu vermeiden

Mineralische Faserdämmstoffe nach DIN 18165-1 erfüllen diese Anforderungen ohne weiteren Nachweis. Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen werden im Rahmen der Zulassung auf die Eignung geprüft. Am ehesten gibt es Unterschiede im Hinblick auf das Feuchtespeichervermögen. **Wenn der Dämmstoff in feuchten Bereichen eingesetzt werden soll, muss sich der Verarbeiter über den Hersteller informieren, ob er die dafür erforderliche Zulassung hat.** Besitzt ein Dämmstoff den geforderten Verwendungsnachweis nicht, so sind die Holzbauteile in die Gefährdungsklasse 2 einzustufen.

Hartschaum (EPS)



Hartschaumplatten aus expandiertem Polystyrol (EPS) - besser bekannt als Styropor - sind in den unterschiedlichsten Baubereichen verbreitet. Sie sind sehr preiswert und einfach zu verarbeiten.

Der überwiegende Einsatz erfolgt in der Außendämmung von Gebäuden in Verbindung mit einem **Dämmputz** und in der **Aufdachdämmung**.

Die wesentlichen **Vorteile** von EPS sind:

- Gute Beständigkeit
- Schimmel- und Fäulnisresistenz
- Gute Dämmwirkung
- Gute Verwertung (bei sortenreiner Erfassung)
- Preiswert

Als **Nachteile** können genannt werden:

- Herstellung basiert auf Erdöl
- Ungünstige Phasenverschiebung bei Sommerhitze
- Relativ lange energetische Amortisationszeit
- Wird von Mäusen zerfressen
- Schlechte Schalldämmeigenschaften

Für die Stufen, Klassen und Grenzwerte von Polystyrol-Hartschaum (EPS) gilt die DIN EN 13163.

Kennwerte

Polystyrol Hartschaumplatten (EPS) weisen folgende Kennwerte auf:

Tabelle: Kennwerte Hartschaum (EPS)

Lambda-Wert	Diffusions-widerstand	Dichte	Energetische Amortisation	Baustoff-klasse
0,035 - 0,04 W/mK	20 - 100	15 - 30 kg/m³	18 Monate	B1, B2

Quelle: Umweltinstitut München, Wärmedämmstoffe im Vergleich, 2000

Herstellung

EPS-Platten bestehen aus einem überwiegend geschlossenzelligen festen Schaumstoff. Die Herstellung des Polystyrols basiert auf den Rohstoffen Benzol und Ethylen und erfolgt in großtechnischen Anlagen der petrochemischen Industrie. Der Umgang mit dem Rohstoff Styrol beinhaltet ein besonderes gesundheitsgefährdendes Potenzial.

Normales EPS weist lediglich die Brennstoffklasse B 2 auf. Zur Verbesserung des Flammschutzes wird das Flammschutzmittel Hexabromcyclododecan eingesetzt. Dadurch wird der Baustoff der Klasse B 1 zugeordnet.

Das Aufschäumen der Platten erfolgt entweder mit Wasserdampf, Kohlendioxid oder Pentan.

Verarbeitung

Für die Verarbeitung von EPS wird eine **schneidende Bearbeitung** empfohlen. Sägen oder Fräsen führt zu erheblichen Staubbelastungen.

Das **Dämmen zwischen den Sparren mit Hartschaumplatten hat sich nicht bewährt**, da eine fugenlose Verlegung praktisch nicht möglich ist. Die verbleibenden offenen Stellen können bei entsprechender Undichtigkeit als **Wärmebrücke** zu einem erheblichen Eintrag von Raumfeuchte in den Baukörper führen.

Bild: Dämmen zwischen Sparren mit Hartschaumplatten



Gesundheitliche Aspekte

Bei fabrikfrischen Platten wurden Restmonomere des Ausgangsstoffes Styrol festgestellt. Deshalb ist der Handel erst nach mindestens vierwöchiger Lagerung der Platten zugelassen. Das entweichende Styrol reizt die Atemwege. **Im unmittelbaren Gebrauch wird durch EPS-Platten aber keine Erhöhung der Schadstoffbelastung der Raumluft hervorgerufen.**

Darüber hinaus gibt es keine besonderen arbeitsschutztechnischen Vorgaben.

Entsorgung

EPS-Platten gelten als praktisch unverrottbar. In der Nutzungsphase sind deshalb normalerweise keine besonderen Unterhaltsmaßnahmen erforderlich. Pilzbefall kann ausgeschlossen werden. Dies ermöglicht eine **hohe Lebensdauer**.

Die **Abfälle von EPS-Platten können unverschmutzt problemlos einer stofflichen Wiederverwertung zugeführt werden**. Über die Lieferanten und Händler ist normalerweise eine Rücknahme möglich.

Verschmutztes EPS wird zumeist als Bauabfall zur Deponie gebracht. Dies wird zukünftig durch die Vorgaben der TA-Siedlungsasbfall nicht mehr möglich sein, da diese die Deponierung von organischen Reststoffen ausschließt. Durch eine entsprechende Aufbereitung lässt sich aber auch eine Sortierung erzielen, welche die EPS-Reste als Zuschlagstoffe für Bauanwendungen ermöglicht.

Das Material hat an sich einen guten Heizwert und kann in dafür geeigneten Müllheizkraftwerken gut verbrannt werden. Allerdings bilden die Platten Monostyrol, welches in Verbindung mit dem Flammschutzmittel zur Dioxinbildung führen kann.

EPS-Platten weisen nur eine sehr geringe biologische Abbaurate auf. Für eine Kompostierung sind sie deshalb nicht geeignet.

Hartschaum (PUR)



Hartschaumplatten aus Polyurethan (PUR) werden vor allem dort eingesetzt, wo auf wenig Raum eine wirksame Wärmedämmung untergebracht werden muss, z.B. bei Rollläden oder der Verkleidung von Betonstützen. PUR-Platten sind in der Herstellung relativ aufwändig.

Der überwiegende Einsatz erfolgt in der **Außendämmung** und in der **Aufdachdämmung**.

Die wesentlichen **Vorteile** von PUR-Platten sind:

- Gute Beständigkeit
- Schimmel- und Fäulnisresistenz
- Sehr gute Dämmwirkung
- gute Trittschalleigenschaften

Als **Nachteile** können genannt werden:

- Herstellung basiert auf Erdöl
- Relativ lange energetische Amortisationszeit
- Schlechte Schalldämmeigenschaften
- Kein Pufferung von Feuchtigkeit

Für die Stufen, Klassen und Grenzwerte von Polyurethan-Hartschaum (PUR) gilt die DIN EN 13165.

Kennwerte

PUR-Hartschaumplatten weisen folgende Kennwerte auf:

Tabelle: Kennwerte PUR-Hartschaumplatten

Lambda-Wert	Diffusions-widerstand	Dichte	Energetische Amortisation	Baustoff-klasse
0,02 - 0,035 W/mK	80 - 250	20 - 60 kg/m³	17 Monate	B1, B2

Quelle: Umweltinstitut München, Wärmedämmstoffe im Vergleich, 2000

Herstellung

PUR-Platten bestehen aus einem geschlossenzelligen festen Schaumstoff aus Polyisocyanaten (35%) und Polyolen (50%). Der Umgang mit dem Rohstoff Isocyanat beinhaltet ein besonderes gesundheitsgefährdendes Potenzial. Er wird aus dem sehr giftigen Gas Phosgen gewonnen und unterliegt deshalb aufwändigen Sicherheitsvorschriften.

Pentangeschäumte PUR-Platten weisen nur die Brandschutzklasse B 2 auf. Damit eine Einstufung in B 1 erfolgen kann, bedarf es der Verwendung von Phosphorsäureester. In Deutschland sind diese teilhalogenierten FCKW-Treibmittel nicht erlaubt. Ausländische Platten unterliegen allerdings nicht dem Verbot, derartige Schäummittel einzusetzen. **Von daher sollte man beim Einkauf die Herkunft der Platten erfragen!**

Verarbeitung

Für die Verarbeitung von EPS wird eine **schneidende Bearbeitung** empfohlen. Sägen oder Fräsen führt zu erheblichen Staubbelastungen.

Das **Dämmen zwischen Sparren mit Hartschaumplatten hat sich nicht bewährt**, da eine fugenlose Verlegung praktisch nicht möglich ist. Die verbleibenden offenen Stellen können bei entsprechender Undichtigkeit als **Wärmebrücke** zu einem erheblichen Eintrag von Raumfeuchte in den Baukörper führen.

Gesundheitliche Aspekte

Bei fabrikfrischen Platten werden noch geringe Mengen an Pentan abgegeben. Daraus ergeben sich aber keine gesundheitlichen Risiken für den Verarbeiter.

Im unmittelbaren Gebrauch wird durch PUR-Platten keine Erhöhung der Schadstoffbelastung der Raumluft hervorgerufen.

Darüber hinaus gibt es keine besonderen arbeitsschutztechnischen Vorgaben.

Entsorgung

PUR-Platten gelten als praktisch unverrottbar. In der Nutzungsphase sind deshalb normalerweise keine besonderen Unterhaltsmaßnahmen erforderlich. Pilzbefall kann ausgeschlossen werden. Dies ermöglicht eine **hohe Lebensdauer**.

Bei sortenreiner Erfassung ist eine bedingte stoffliche Verwertung möglich. Im Einzelfall sollte man sich darüber bei den Lieferanten erkundigen.

Verschmutzte PUR-Platten werden zumeist als Bauabfall zur Deponie gebracht. Dies wird zukünftig durch die Vorgaben der TA-Siedlungsasbfall nicht mehr möglich sein, da diese die Deponierung von organischen Reststoffen ausschließt.

Das Material hat an sich einen guten Heizwert und kann in dafür geeigneten Müllverbrennungsanlagen gut thermisch verbrannt werden. Die Platten können während der Verbrennung Blausäuregase bilden und in Verbindung mit dem Flammschutzmittel zur Dioxinbildung beitragen.

Mineralfaser



Mineralfaserdämmplatten sind der wichtigste Dämmstoff im Baubereich. Insbesondere im Bereich des Innenausbaus werden Mineralfaserplatten für die Wärme- und Schalldämmung eingesetzt.

Durch ihre flexible Form passen sie sich allen erforderlichen Formen an. Allerdings geht die Verarbeitung mit einigen gesundheitlichen Risiken einher, die durch entsprechende Verarbeitungstechniken und Schutzausrüstungen in Grenzen gehalten werden können.

Die wesentlichen **Vorteile** von Mineralfaser-Platten sind:

- Hoher Sekundärrohstoffanteil
- Gute Beständigkeit
- Gute Dämmwirkung
- Sehr gute Schallschutzeigenschaften
- Feuchtigkeitsunempfindlichkeit
- Sehr kurze energetische Amortisationszeit
- Nicht brennbar

Als **Nachteile** können genannt werden:

- Relativ schlechter sommerlicher Wärmeschutz
- Kein Pufferung von Feuchtigkeit
- Staubbelastung bei der Verarbeitung
- Schlechte Verwertbarkeit

Für die Stufen, Klassen und Grenzwerte von Mineralfaser-Dämmstoffen gilt die DIN EN 13162.

Kennwerte

Mineralfaserplatten weisen folgende Kennwerte auf:

Tabelle: Kennwerte Mineralfaser-Dämmplatten

Lambda-Wert	Diffusions-widerstand	Dichte	Energetische Amortisation	Baustoff-klasse
0,03 - 0,045 W/mK	1 - 2	10 - 80 kg/m³	4 Monate	A

Quelle: Umweltinstitut München, Wärmedämmstoffe im Vergleich, 2000

Herstellung

Glaswolle besteht zu 60% aus Altglas. In der Glaswolleproduktion werden damit in hohem Maße Sekundärrohstoffe wiederverwendet. Die restlichen Bestandteile setzen sich aus den in der Glasindustrie üblichen Mineralien wie Quarzsand, Soda, Dolomit und Kalkstein zusammen. Steinwolle besteht aus den natürlichen Gesteinen Basalt und Diabas, teilweise ergänzt durch Dolomit und Kalkstein.

Diese Rohstoffe sind mineralischen Ursprungs und noch lange verfügbar. In einer ersten Produktionsstufe werden die Rohstoffe geschmolzen, die dabei entstehenden 0,1 - 20 µm dicken Fasern werden durch Ziehen, Blasen oder Schleudern zu Bahnen, Platten oder Filzen weiterverarbeitet. Dabei werden Phenol-Formaldehydharze als Bindemittel zugegeben (Anteil ca. 7%). Öle und weitere Zusätze in einem Anteil von 1% verbessern die Wasserabweisung.

Verarbeitung

Mineralfaserplatten werden in Form von Platten, Filzen oder Matten verarbeitet. Um die Staubbelastung so gering wie möglich zu halten, werden folgende Verarbeitungsformen empfohlen:

- Vorkonvektionierte Mineralwoll-Dämmstoffe bevorzugen.
- Keilförmige Systeme verringern den Aufwand die Ware zuschneiden zu müssen.

- Verpackte Dämmstoffe erst am Arbeitsplatz auspacken.
- Material nicht werfen.
- Material nicht mit Druckluft abblasen.
- **Nur auf fester Unterlage mit Messer oder Schere schneiden, nicht reißen und nicht sägen!**

Gesundheitliche Aspekte

Durch Tierversuche gerieten Mineralfasern in den Verdacht, ein krebsauslösendes Potenzial zu besitzen. Etwa 1,5% der Fasern sind lungengängig und weisen ähnliche Eigenschaften wie Asbestfasern auf. Die Hersteller haben darauf reagiert, indem sie durch Veränderung der Fertigung die biologische Abbaubarkeit dieser Fasern im Körper verbessert haben. Derartige Platten haben die **Kennzeichnung KI 40** und werden als **nicht krebserzeugend** eingestuft. Seit Juni 2000 dürfen keine anderen Mineralfasern mehr verarbeitet werden.

Gleichwohl gehen von Mineralfaserplatten **gesundheitliche Belastungen** aus. Der **Juckreiz** entsteht durch gröbere Fasern, die sich aufgrund der Steifheit in die Haut einspießen. Bei längerem Umgang mit Mineralplatten tritt offensichtlich ein Gewöhnungseffekt ein. Es besteht jedoch die Gefahr von Entzündungen.

Allergische Reaktionen aufgrund der Glasfasern sind nicht bekannt. Für Allergiker können jedoch die Zusatzstoffe (z.B. Formaldehyd) in den Dämmstoffen problematisch sein.

Bei der Verarbeitung wird Staub freigesetzt, der die Augen reizt. Deshalb sollte immer eine **ausreichende Lüftung sichergestellt sein**.

Die **Arbeitskleidung sollte möglichst geschlossen** sein. Overalls mit langen Ärmeln haben sich bewährt. Der **Einsatz von Handschuhen** wird empfohlen. Fettende, gerbstoffhaltige **Schutzcreme verbessert den Hautschutz**.

Bei **Überkopfarbeiten** und Arbeiten in staubbelasteten Bereichen sollten die Mitarbeiter eine **Partikelfiltermaske P1** tragen.

Die Mitarbeiter sollten in den sorgfältigen Umgang mit Mineralfaserplatten **unterwiesen** werden und in ausreichender Form persönliche Schutzausrüstung zur Verfügung gestellt bekommen.

Bei der Demontage von alten Mineralfaserplatten sind zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen zu beachten, die umfassend in der **TRGS** 521 "Faserstäube" aufgeführt sind:

- Bei der zuständigen **Arbeitsschutzbehörde** muss die **Demontage angezeigt** werden.

- Die Arbeiten sind mit einer **partikelfilternden Halbmaske FFP2** oder mit einem P2-Filter durchzuführen:

Bild: Halbmaske FFP2



- Den Mitarbeitern ist ein atmungsaktiver **Schutzanzug Typ 5** zur Verfügung zu stellen wie auch **Schutzhandschuhe aus Leder** oder nitrilbeschichtete Baumwollhandschuhe.

Eine **Demontage von alten Mineralfasern allein aus möglichen Gesundheitsbedenken sollte nicht vorgenommen werden**. Von bestehenden Dämmungen, die ausreichend abgedichtet sind, geht keine gesundheitliche Gefährdung aus. Die bei einer Demontage entstehenden Belastungen wären ungleich problematischer.

Entsorgung

Mineralwollplatten sind biologisch nicht abbaubar. In der Nutzungsphase sind deshalb normalerweise keine besonderen Unterhaltsmaßnahmen erforderlich.

Allerdings neigt die Mineralwolle zur Feuchtigkeitsaufnahme. **Eindringende Nässe durch fehlerhafte Dampfbremsen kann zu punktueller Auffeuchtung führen.** Da die Mineralwolle die Feuchtigkeit nicht puffern kann, kann sich an den Fehlstellen durchaus Schimmel bilden. Die Mineralwolle kann in dem Bereich verrotten. **Die raumseitig angebrachte Dampfbremse darf keine Undichtigkeiten aufweisen.**

Sofern die Mineralwolle trocken bleibt, ist sie sehr beständig und hat eine lange Lebensdauer.

Mineralfaserabfälle sind am Entstehungsort staubdicht zu verpacken und gegebenenfalls zu befeuchten, um die Fasern besser zu binden. Dann können sie problemlos transportiert werden.

Die Abfälle von Mineralwollplatten landen zumeist mit anderen Baustellenabfällen auf der Deponie. Mineralwollplatten können biologisch nicht abgebaut werden. Für eine Kompostierung sind sie deshalb nicht geeignet. Es gibt allerdings inzwischen auch Verfahren zum Einsatz von Mineralfaserabfällen als Zuschlagsstoffe für die Ziegel- und Klinkerherstellung.

Das Material hat an sich einen schlechten Heizwert und kann deshalb nicht einer energetischen Verwertung zugeführt werden.

Schafwolle



Schafwolle ist ein sehr angenehmer Stoff. Er kann bis zu 30% Feuchtigkeit aufnehmen ohne dass sich die Wärmeleitfähigkeit verschlechtert.

Schafwolle wird als Vlies in Matten angeboten und kann als Stopfwolle auch gut für die Wärmedichtung im Bereich des Fensteranschlusses verwendet werden.

Wie alle Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen weist Schafwollen einen sehr niedrigen Feuchtewiderstand auf. Die Luftfeuchtigkeit im Raum kann diese Stoffe sehr einfach durchdringen.

Dämmstoffe aus Schafwolle werden inzwischen mit dem Qualitätszeichen natureplus angeboten.

Die wesentlichen **Vorteile** von Schafwolle sind:

- Gute Pufferung von Feuchtigkeit
- Gute Wärme- und Schalldämmung
- Gute Verwertung

Als **Nachteile** können genannt werden:

- Teuer
- Problematisch für Stauballergiker
- Kann Pestizide enthalten

Kennwerte

Schafwolle weist folgende Kennwerte auf:

Tabelle: Kennwerte Schafwolle

Lambda-Wert	Diffusions-widerstand	Dichte	Energetische Amortisation	Baustoff-klasse
0,04 W/mK	1 - 3	20 - 70 kg/m³	4 Monate	B2

Quelle: Umweltinstitut München, Wärmedämmstoffe im Vergleich, 2000

Herstellung

Schafwoll-Vliesbahnen bestehen aus 100% reiner **Schafschurwolle**. Schafwoll-Filze dagegen aus je 50% Schafschurwolle und wiederverwerteter Altwolle. Die Wolle wird zunächst gründlichst mit Seife und Soda gewaschen. Die Reinigungsmittel werden anschließend durch mehrfaches kaltes Auswaschen vollständig herausgespült.

Bei Schafwolle handelt es sich um einen "nachwachsenden" Rohstoff, der jedoch im Sinne der Erhaltung eines ökologischen Artengleichgewichts begrenzt ist. Zurzeit steht aber weltweit ein Überangebot an Schafwolle zur Verfügung.

Bild: Schaf



Zur Einstufung von **Schafwolle in die Brandschutzklasse B 2 wird diese häufig mit Borax** besprüht, einem schwer flüchtigen Flammschutzmittel. Gleichzeitig wird damit ein vorbeugender Schutz gegen Insektenbefall und Schimmelpilzen eingebracht. Herstellerabhängig wird dazu auch das Insektengift Permithrin eingesetzt. Die genau verwendeten Einsatzstoffe sollte man sich von seinem Hersteller genau bestätigen lassen. Die Einstufung in die Brandschutzklasse B 1 wird momentan nicht angeboten.

Die Herkunft der Schafwolle reicht von Mitteleuropa über Südamerika bis nach Neuseeland. Daher sind auch Rückstände aus der weltweit üblichen Verwendung von Pestiziden gegen Schafparasiten möglich, jedoch meist nicht oder nur in geringer Konzentration nachweisbar. Durch den ersten Waschvorgang der Rohwolle werden mit dem Wollfett auch Pestizidreste ausgetragen.

Verarbeitung

Für die Verarbeitung werden **vergleichbare Empfehlungen gegeben wie sie für Mineralfaserdämmplatten** üblich sind:

- Keilförmige Systeme verringern den Aufwand die Ware zuschneiden zu müssen.
- Verpackte Dämmstoffe erst am Arbeitsplatz auspacken.
- Material nicht werfen.
- Material nicht mit Druckluft abblasen.
- Reste einsammeln und verpacken, um die Staubbelastung gering zu halten.
- Geschlossene Arbeitskleidung wird empfohlen.
- **Nur auf fester Unterlage mit Messer oder Schere schneiden, nicht reißen und nicht sägen!**

Gesundheitliche Aspekte

Auch für die Verarbeitung von organischen Fasern werden vergleichbare Schutzvorschriften entsprechend den Vorgaben der **TRGS** 521 "Faserstäube" gefordert, wie es bei Mineralfaserdämmstoffen üblich ist.

Durch Staubmilben können **allergische Reaktionen** bei entsprechend sensibilisierten Mitarbeitern entstehen.

Bei der Verarbeitung wird Staub freigesetzt, der die Augen reizt. Deshalb sollte immer eine **ausreichende Lüftung sichergestellt sein**.

Die **Arbeitskleidung sollte möglichst geschlossen** sein. Overalls mit langen Ärmeln haben sich bewährt. Der **Einsatz von Handschuhen** wird empfohlen. Fettende, gerbstoffhaltige **Schutzcreme verbessert den Hautschutz**.

Bei **Überkopfarbeiten** und Arbeiten in staubbelasteten Bereichen sollten die Mitarbeiter eine **Partikelfiltermaske P1** tragen.

Die Mitarbeiter sollten in den sorgfältigen Umgang mit Faserdämmstoffen **unterwiesen** werden und in ausreichender Form persönliche Schutzausrüstung zur Verfügung gestellt bekommen.

Das verwendete Flammschutzmittel emittiert nur in sehr geringem Umfang an die Umgebung. Es wird als eher ungiftiges Schutzmittel eingestuft, sodass normalerweise **keine gesundheitlichen Auswirkungen auf den Menschen** zu erwarten sind.

Stauballergiker dürften allerdings Probleme haben, da sich durch die Schafwolldämmung Staubmilben ausbreiten können. In diesem Fall ist eine gute Abdichtung zu den Wohnbereichen erforderlich.

In veränderter Form kann die Schafwolle als Keratinfaser auch **aktiv für die Entgiftung von Wohnräumen** eingesetzt werden. Das in der Faser enthaltene Eiweiß reagiert mit Luftschadstoffen und wandelt sie in harmlose Basen um. Untersuchungen belegen eine hohe und über Jahre gleich bleibende Absenkung der Schadstoffkonzentration. Die Keratinfaser baut zudem hartnäckige Gerüche wie z.B. Zigarettenrauch ab.

Entsorgung

Schafwolle besitzt die Eigenschaft, Wasser aufnehmen zu können, ohne selbst nass zu erscheinen. Die Dämmwirkung wird dadurch nicht beeinträchtigt. Da die Schafwolle nicht verrottet haben erhöhte Baufeuchten keine Schäden zur Folge. Die **Lebensdauer ist in der Regel sehr hoch**, sodass Reparaturen nur in geringem Umfang zu erwarten sind. Auch der Wartungsaufwand ist insgesamt gering.

Schafwolldämmstoffe sind **stofflich wieder verwendbar** und werden dann zu Schafwoll-Filzen aufgearbeitet. Wenn der Borsalzanteil geringer als 5% ist, können die Dämmstoffe auch kompostiert werden.

Für eine thermische Verwertung eignen sich Schafwolldämmstoffe nicht, da sie in der Regel nicht brennen, sondern nur schmelzen.

Zellulose



Dämmstoffe aus Zellulose basieren **vollständig auf Sekundärrohstoffen**. Als Recyclingprodukt wurden sie zunächst ausschließlich lose als Schüttung vor allem im Dach und Wandbereich eingesetzt. Inzwischen gibt es auch Zelluloseplatten für die Verwendung in der Außendämmung und im Trennwandbereich.

Insbesondere bei komplizierten Dachformen mit vielen Verschnitten haben sich die losen Einblasfüllungen bewährt. Es ist kein aufwendiges Anpassen einzelner Teilplatten erforderlich.
Die Zellulose zeigt sehr gute Dämmwerte im Schall- und Wärmebereich, aber die Verarbeitung erfordert eine besondere Qualifikation, um die damit einhergehenden Risiken qualitativ und gesundheitlich sicher zu bewältigen.

Das Umweltbundesamt hat für **Baustoffe aus Altpapier** das **RAL-Umweltzeichen 36** vergeben. Damit können Produkte gekennzeichnet werden, die folgende Kriterien einhalten:

1. Mindestanteil an Altpapier 80%
2. keine kennzeichnungspflichtigen Gefahrstoffe
3. Verzicht von halogenierten Bleichchemikalien bei der Aufbereitung des Altpapiers
4. gesundheitlich unbedenkliche Konservierungsstoffe

Bild: Umweltzeichen Produkte aus Altpapier



Die wesentlichen **Vorteile** von Zellulose sind:

- Altpapier als Rohstoff
- Energiearme Herstellung
- Sehr kurze energetische Amortisationszeit
- Gute Pufferung von Feuchtigkeit
- Gute Wärme- und Schalldämmung
- Guter sommerlicher Wärmeschutz
- Gute Verwertung

Als **Nachteile** können genannt werden:

- Eingeschränkte Feuchtebeständigkeit
- Staubbelastung bei der Verarbeitung

Kennwerte

Zellulosedämmstoffe weisen folgende Kennwerte auf:

Tabelle: Kennwerte Zellulosedämmstoffe

Lambda-Wert	Diffusions-widerstand	Dichte	Energetische Amortisation	Baustoff-klasse
0,04 - 0,045 W/mK	0,5 - 2	30 - 80 kg/m³	2 - 3 Monate	B2/B1

Quelle: Umweltinstitut München, Wärmedämmstoffe im Vergleich, 2000

Herstellung

Als Ausgangsmaterial von Zellulose-Dämmstoffen dient **Altpapier von Tageszeitungen**. Durch Mahlen und Zerfasern wird das Zeitungspapier zerkleinert und zu Flocken oder Platten verdichtet. Bei Platten werden normalerweise natürliche Bindemittel eingesetzt wie Tall-Harz oder Lignin-Stoffe. Die Aushärtung zu Platten erfolgt unter Bedampfung. Die Aufbereitung der Altpapiere erfolgt ohne Wasser, so dass Abwasserprobleme nicht zu erwarten sind.

Die Verwendung von Altpapier begünstigt den erforderlichen Energieeinsatz für die Herstellung. Zur Einstufung von Zellulose-Dämmstoffen in die Brandschutzklasse B 2 werden diese mit einem Anteil von 15% mit **Borax und Ammoniumsulfat** besprüht, einem schwer flüchtigen Flammschutzmittel. Gleichzeitig wird damit ein vorbeugender Schutz gegen Schimmelpilze eingebracht.

Inzwischen werden auch Zellulose-Flocken mit der Einstufung B 1 angeboten.

Bild: Herstellung Zelluloseflocken



Verarbeitung

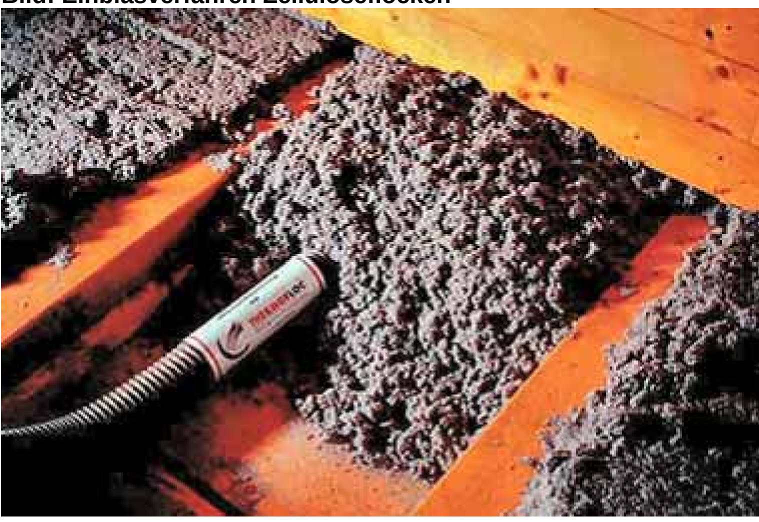
Zelluloseflocken

Die Zelluloseflocken werden in der Regel in trockene Hohlräume eingeblasen, wo sie sich in beliebigen Dämmstärken zu einem dichten Vlies verfilzen. Da die Materialeigenschaften vom richtigen Einblasen abhängig sind, **sollten Zelluloseflocken nur durch qualifizierte Fachbetriebe verarbeitet werden.**

Die losen Zelluloseflocken werden an der Baustelle in eine Verarbeitungsmaschine gefüllt und über einen Schlauch pneumatisch in das zu dämmende Bauteil transportiert.

Auf leicht **zugänglichen oder abgehängten Decken** werden Zelluloseflocken offen aufgeblasen. Sie bilden eine fugenlose Dämmschicht.

Bild: Einblasverfahren Zelluloseflocken



Bei **Dächern und Decken** werden die Flocken über einen Luftschlauch in die vorgesehenen Hohlräume eingeblasen. Dort verdichten sie sich zu einer winddichtenden und fugenlosen Wärmehülle für das Gebäude.

Die Zelluloseflocken können auch **direkt auf senkrechte Wände aufgesprüht** werden. Um die Bindekräfte der Zellulosefaser zu aktivieren, werden die Dämmflocken leicht befeuchtet. In einem einzigen Arbeitsgang können auf eine Wand bis zu 20 cm dicke, oberflächenbündige und genau füllende Dämmschichten aufgetragen werden.

Für die Kontrolle des vollständigen Schichtaufbaus sollten **durchsichtige Kontrollöffnungen** vorgesehen werden. Daneben ist erforderlich, dass sich in senkrechten Flächen die Flocken zunächst absetzen und **nachverdichten**, damit die Wände in vollständiger Höhe aufgefüllt werden können.

Zellulosedämmplatten

Die Platten können schlecht geschnitten werden. Sie müssen mit dem Fuchsschwanz, Handkreis- oder Stichsäge den erforderlichen Formen angepasst werden. Für die Verarbeitung werden **vergleichbare Empfehlungen gegeben wie sie für Mineralfaserdämmplatten** üblich sind:

- Keilförmige Systeme verringern den Aufwand die Ware zusägen zu müssen.
- Verpackte Dämmstoffe erst am Arbeitsplatz auspacken.
- Material nicht werfen.
- Material nicht mit Druckluft abblasen.
- Reste einsammeln und verpacken, um die Staubbelastung gering zu halten.
- Geschlossene Arbeitskleidung wird empfohlen.

Gesundheitliche Aspekte

Bei der Verarbeitung wird in erheblichem Umfang Staub freigesetzt. Ein guter Staubschutz ist unerlässlich. Außerdem hat man beim Einblasen bis zu acht Millionen kritische organische Fasern pro Kubikmeter Raumluft gemessen. Trotz schlechter Bioabbaubarkeit der Zellulosefasern wird **nach heutigem Kenntnisstand ein vergleichbares Krebsrisiko wie bei den alten Mineralfasern ausgeschlossen**.

Für die Verarbeitung von Zellulosefasern werden durch die **TRGS** 521 "Faserstäube" folgende Vorgaben gemacht:

Bei entsprechend sensibilisierten Mitarbeitern können **allergische Reaktionen** durch Staubmilben entstehen.

Bei der Verarbeitung wird Staub freigesetzt, der die Augen reizt. Deshalb sollte immer eine **ausreichende Lüftung sichergestellt sein**.

Die **Arbeitskleidung sollte möglichst geschlossen** sein. Overalls mit langen Ärmeln haben sich bewährt. Der **Einsatz von Handschuhen** wird empfohlen. Fettende, gerbstoffhaltige **Schutzcreme verbessert den Hautschutz**.

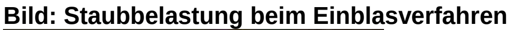
Bei **Überkopfarbeiten** und Arbeiten in staubbelasteten Bereichen sollten die Mitarbeiter eine **Partikelfiltermaske P1** tragen.

Die Mitarbeiter sollten im sorgfältigen Umgang mit den Faserdämmstoffen **unterwiesen** werden und in ausreichender Form persönliche Schutzausrüstung zur Verfügung gestellt bekommen.

Das **verwendete Flammschutzmittel** emittiert nur in sehr geringem Umfang an die Umgebung. Es wird als eher ungiftiges Schutzmittel eingestuft, sodass normalerweise **keine gesundheitlichen Auswirkungen auf den Menschen** zu erwarten sind.

Die noch vorhandene **Druckerschwärze** enthält geringe Mengen an PCB, Blei oder Cadmium. Eine Belastung der Innenräume durch diese Stoffe ist allerdings nicht zu erwarten.

Stauballergiker dürften Probleme haben, wenn keine gute Abdichtung vorhanden ist und Zellulosestaub in den Wohnbereich gelangen kann. **Deshalb ist auf eine gute Abdichtung zum Wohnraum zu achten**!


Bild: Staubbelastung beim Einblasverfahren



Entsorgung

Zellulose-Dämmstoffe sind **stofflich gut wiederverwendbar**, da sie ja bereits selbst aus einem Sekundärrohstoff bestehen. Wenn der Borsalzanteil geringer als 5% ist, können die Dämmstoffe auch kompostiert werden.

Für eingefüllte Zelluloseflocken gilt wie bei allen Schüttdämmstoffen die **Problematik der Kontrolle eines vollständigen Dämmschichtaufbaus**. Hier können Setzungsprobleme entstehen, die Wärmebrücken begünstigen.

Zellulosedämmungen können zwar Feuchte gut puffern, sie sind aber **nicht für eine dauernde Feuchtebelastung geeignet**. Sofern es durch Baufehler zu punktuellen Auffeuchtungen im Bauwerk kommt, sind erhebliche Schäden nicht auszuschließen.

Der hohe Heizwert ermöglicht auch eine **energetische Verwertung**. Bei entsprechender Schwermetallabscheidung verbrennen die Dämmstoffe rückstandsfrei.

Holzfaserdämmplatten



Holzfaserdämmplatten bestehen vollständig aus nachwachsenden Rohstoffen. In den letzten Jahren wurden hierfür ganz unterschiedliche Plattentypen für alle typischen Bereiche im Bau entwickelt - für die Wandverkleidung ebenso wie für die Dachdämmung oder für die Verbesserung der Trittschalldämmung.

Dämmstoffe aus Holzfaserdämmplatten werden inzwischen mit dem Qualitätszeichen natureplus angeboten.

Holzfaserdämmstoffe werden als normal entflammbar eingestuft **(B 2)**, durch besondere Zuschlagstoffe kann die **Feuerwiderstandsklasse** auf bis zu F90 verbessert werden.

Die wesentlichen **Vorteile** von Holzfaserdämmplatten sind:

- Gute Wärme- und Schalldämmung
- Gute Verwertung
- Sehr guter sommerliche Wärmeschutz
- Geringe gesundheitliche Belastungen

Als **Nachteile** können genannt werden:

- Schlechte Feuchtebeständigkeit
- Relativ lange energetische Amortisationszeit

Für die Stufen, Klassen und Grenzwerte von Holzfaserdämmplatten gilt die DIN EN 13171.

Kennwerte

Holzfaserdämmplatten weisen folgende Kennwerte auf:

Tabelle: Kennwerte Holzfaserdämmplatte

Lambda-Wert	Diffusions-widerstand	Dichte	Energetische Amortisation	Baustoff-klasse
0,04 - 0,045 W/mK	5 - 10	150 - 180 kg/m³	25 Monate	B2

Quelle: Umweltinstitut München, Wärmedämmstoffe im Vergleich, 2000

Herstellung

Holzfaser-Dämmplatten stammen aus einheimischen Nadelhölzern. Diese werden zerhackt und zerschnitzelt bis sie in Form von Fasern vorliegen. Diese werden mit Wasserdampf aufgeweicht, zu Platten ausgerichtet und getrocknet. Die Verpressung in Verbindung mit holzeigenen Harzen bewirkt eine Verfilzung, sodass keine weiteren Bindemittel eingesetzt werden müssen. Der Energieverbrauch pro Platte ist vergleichsweise hoch.

Zur Verbesserung der Feuchtebeständigkeit werden Paraffine zugesetzt. Zur Sicherstellung der Brandschutzklasse kommen Zuschlagstoffe wie Borax, Aluminiumsulfat oder Alaun zum Einsatz. Witterungsbeständige Platten werden zudem in Bitumen getränkt (Gewichtsanteil 10 - 15%).

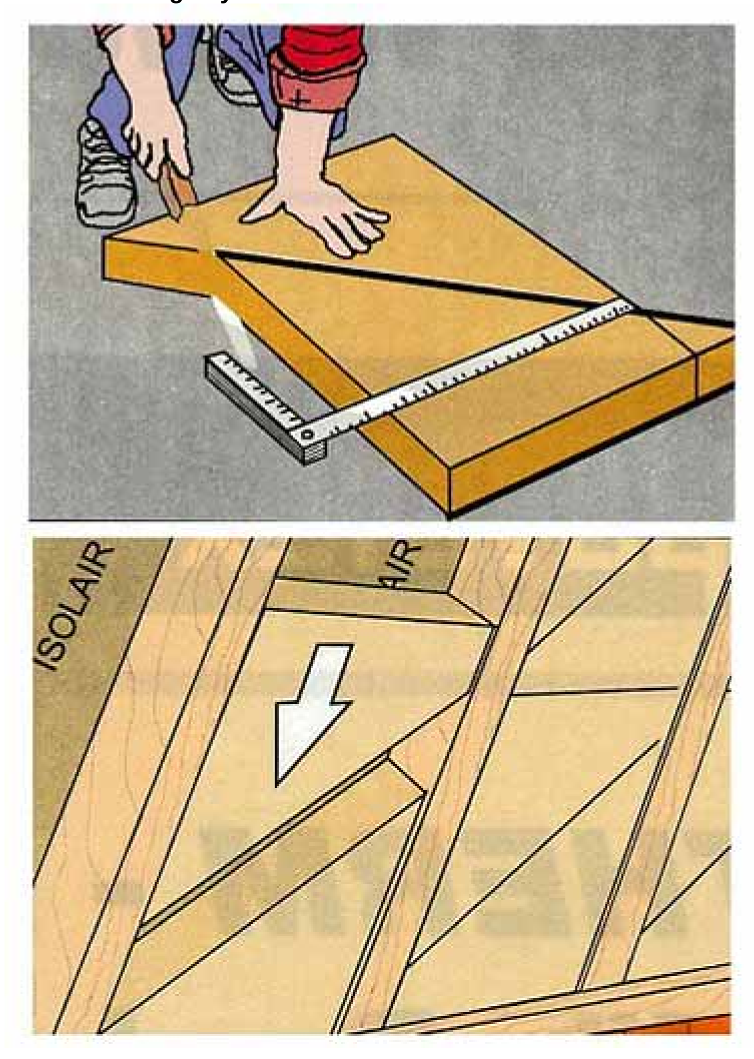
Bei der Herstellung wird eine erhebliche Menge an Wasser benötigt. Das Abwasser ist durch den Zucker der Hemizellulose belastet. Moderne Fertigungstechniken führen das Abwasser aus der Herstellung im Kreislauf, um den Verbrauch zu minimieren.

Verarbeitung

Holzfaserdämmplatten sind sehr einfach zu bearbeiten. Sie können mit einem Fuchsschwanz oder einer Handkreissäge den erforderlichen Formen angepasst werden.

Für die Dämmung im Dachbereich bieten **keilförmige Systeme** die Möglichkeit, den Verschnitt zu minimieren.

Bild: Keilförmige Systeme



Gerade für die **Trittschalldämmung** haben sich Holzfaserdämmplatten gut bewährt. Hierfür werden komplette Belagsysteme angeboten.

Bild: Schalldämmung mit Holzfaserdämmplatten





Gesundheitliche Aspekte

Der bei der Verarbeitung freigesetzte Staub sollte wirksam durch geeignete Staubsauger erfasst werden.

Das verwendete Flammschutzmittel emittiert nur in sehr geringem Umfang an die Umgebung. Es wird als eher ungiftiges Schutzmittel eingestuft, sodass normalerweise **keine gesundheitlichen Auswirkungen auf den Menschen** zu erwarten sind.

Entsorgung

Holzfaser-Dämmplatten sind im unbehandelten Zustand recht feuchteempfindlich. Die Lebensdauer der Holzfaser-Dämmplatten hängt deshalb davon ab, inwieweit es zu keiner erhöhten Baufeuchte kommt.

Eine stoffliche Verwertung für neue Holzfaserplatten oder in der Spanplattenindustrie ist aufgrund des Herstellprozesses nicht möglich.

Aufgrund **des guten Heizwertes eignen sich die Platten eher für eine energetische Verwertung.** Sie werden nach der **1. BImSchV** der Brennstoffgruppe 7 zugeordnet und können in Holzfeuerungsanlagen mit einer **Nennwärmeleistung** ab 50 kW verbrannt werden.

Kork



Korkdämmplatten sind als Dämmung im Boden-, Wand- und Deckenbereich einsetzbar. Sie werden in Form von Korkschrot (Schüttungen) und Korkplatten verwendet. Dabei wird zwischen Backkork (BK) und Imprägniertem Kork (IK) unterschieden. Da Kork auch putzfähig ist, kann Kork auch außen als Dämmung eingesetzt werden. Im Bodenbereich bewährt sich die Korkdämmplatte auch unter Estrich.

Die Platten sind druckfest, maßbeständig und unempfindlich gegen Schädlingsfraß.

Die wesentlichen **Vorteile** von Korkdämmstoffen sind:

- Gute Trittschalldämmung
- Unempfindlichkeit gegen Schädlingsfraß
- Sehr gute Witterungsbeständigkeit
- Nachwachsender Rohstoff
- Langlebigkeit

Als **Nachteile** können genannt werden:

- Schadstoffabgabe bei künstlichen Bindemitteln
- Sehr lange energetische Amortisationszeit

Für die Stufen, Klassen und Grenzwerte von expandierten Korkdämmstoffen gilt die DIN EN 13170.

Kennwerte

Korkdämmstoffe weisen folgende Kennwerte auf:

Tabelle: Kennwerte Korkdämmung

Lambda-Wert	Diffusions-widerstand	Dichte	Energetische Amortisation	Baustoff-klasse
0,045 - 0,05 W/mK	5 - 10	50 - 130 kg/m³	35 Monate	B2

Quelle: Umweltinstitut München, Wärmedämmstoffe im Vergleich, 2000

Herstellung

Als Rohstoff dient die Rinde der Korkeiche, welche im Mittelmeerraum heimisch ist. Alle 8 - 12 Jahre können die Bäume geerntet werden. Nach dem Mahlen des Korks zu Korkschrot wird dieser mit Wasserdampf zu Korkgranulat expandiert (Blähkork). Kork-Dämmplatten bestehen aus durch Wärme (250 - 400 °C) expandiertem Korkschrot, der durch korkeigene Harze (Backkork) oder Bindemittel wie Bitumen (Imprägnierter Kork) gebunden ist.

Verarbeitung

Korkplatten lassen sich nur schneiden. Eine Staubbelastung ist damit nicht verbunden.

Korkschüttungen werden in Säcken angeliefert und in den zu dämmenden Bereich eingeschüttet.

Gesundheitliche Aspekte

Werden künstliche Bindemittel verwendet, können aus **imprägniertem Kork Schadstoffe in die Raumluft** abgegeben werden (Bitumen). Bei erhöhten Temperaturen und im **Brandfall** können aus dem Kork **Phenole** entweichen, welche als natürliche Inhaltsstoffe im Kork vorhanden sind.

Billiger Kork entwickelt häufig einen **unangenehmen Eigengeruch**.

Entsorgung

Korkschrot und Korkplatten zeigen als Dämmmaterial eine **gute Beständigkeit** auf. Sie sind nicht feuchtigkeitsempfindlich, sodass kein erhöhter Reparaturaufwand zu erwarten ist.

Für eingefüllten Korkschrot gilt wie bei allen Schüttdämmstoffen die **Problematik der Kontrolle eines vollständigen Dämmschichtaufbaus**. Hier können Setzungsprobleme entstehen, die Wärmebrücken begünstigen.

Kork-Dämmstoffe sind **stofflich wiederverwendbar**. Einige Hersteller bieten inzwischen Kork-Dämmplatten aus wiederverwertetem Kork an. Für eine Kompostierung sind sie aufgrund ihrer Inhaltsstoffe nur bedingt geeignet.

Kork weist einen **guten Heizwert** auf und kann deshalb auch einer energetischen Verwertung zugeführt werden. **Allerdings können Reste von Korkdämmstoffen nicht in den betrieblichen Holzfeuerungen verbrannt werden!**

Hanf und Flachs



Hanf als nachwachsender Rohstoff kann ähnlich wie Flachs sehr gut als Dämmstoff eingesetzt werden. Sie werden als Vlies wie auch als Matten angeboten. Als Stopfwolle kann Hanf auch gut für die Wärmedichtung im Bereich des Fensteranschlusses verwendet werden.

Wie alle Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen weist Flachs oder Hanf einen sehr niedrigen Feuchtewiderstand auf. Die Luftfeuchtigkeit im Raum kann diese Stoffe sehr einfach durchdringen.

Dämmstoffe aus Hanf werden inzwischen mit dem Qualitätszeichen natureplus angeboten.

Die wesentlichen **Vorteile** von Flachs und Hanf sind:

- Gute Pufferung von Feuchtigkeit
- Gute Wärme- und Schalldämmung
- Guter sommerlicher Wärmeschutz
- Gute Verwertung

Als **Nachteile** können genannt werden:

- Teurer als Mineralwolle
- Problematisch für Stauballergiker

Kennwerte

Schafwolle weist folgende Kennwerte auf:

Tabelle: Kennwerte Hanf/Flachs

Lambda-Wert	Diffusions-widerstand	Dichte	Energetische Amortisation	Baustoff-klasse
0,04 W/mK	1/2	20 - 40 kg/m³	4 Monate	B2

Quelle: Umweltinstitut München, Wärmedämmstoffe im Vergleich, 2000

Herstellung

Flachs und Hanf sind heimische Pflanzen. Der Hanf wird als rauschgiftarme Variante angebaut und wächst in 100 Tagen bis zu 4 Meter. Der Anbau von Pestiziden ist in der Regel nicht erforderlich. Die Trennung von Stengel in die Holz- und Faseranteile erfolgt durch ein mechanisches Verfahren. Beim Flachs entsteht Leinöl als Nebenprodukt bei der Ernte aus den Leinsamen (ca. 14 Gew. %). Nur der Faseranteil von ca. 10% wird für die Herstellung von Dämmmaterialien genutzt.

Den Flachs- und Hanffasern werden als Stützfaser Polyester beigemischt (ca. 15 Gew. %), da die Fasern nur eine geringe Elastizität haben.

Zur Einstufung in die **Baustoffklasse 2** wird 3 - 10% Soda oder Ammoniumphosphat beigefügt.

Verarbeitung

Für die Verarbeitung werden **vergleichbare Empfehlungen gegeben wie sie für Mineralfaserdämmplatten** üblich sind:

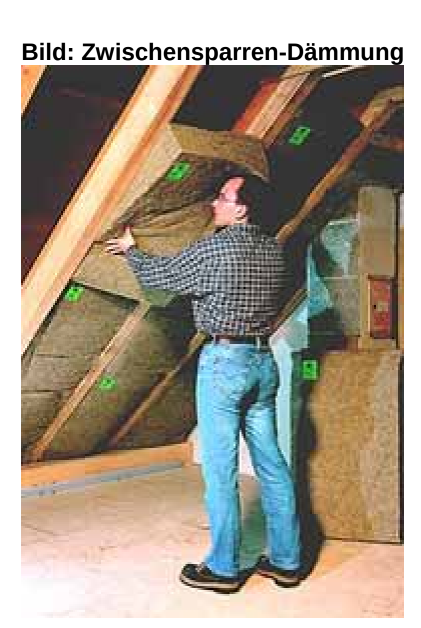
- Keilförmige Systeme verringern den Aufwand die Ware zuschneiden zu müssen.
- Verpackte Dämmstoffe erst am Arbeitsplatz auspacken.
- Material nicht werfen.
- Material nicht mit Druckluft abblasen.
- Reste einsammeln und verpacken, um die Staubbelastung gering zu halten.
- Geschlossene Arbeitskleidung wird empfohlen.
- **Nur auf fester Unterlage mit Messer (Wellenschliff) schneiden, nicht reißen und nicht sägen!**

Bild: Schneiden von Hanf-Dämmmatten



Die Matten werden wie alle elastischen Dämm-Materialien mit einer **Klemmzugabe von 1 cm** in die Sparrenfelder eingebracht. Reststücke einer Platten können zusammen eingeklemmt werden.

Bild: Zwischensparren-Dämmung



Dämm-Platten aus Hanf oder Flachs sollten **nicht waagrecht gelagert** werden. Sie bleiben elastischer, wenn sie senkrecht gelagert werden!

Gesundheitliche Aspekte

Auch für die Verarbeitung von organischen Fasern werden vergleichbare Schutzvorschriften entsprechend den Vorgaben der **TRGS** 521 "Faserstäube" gefordert, wie es bei Mineralfaserdämmstoffen üblich ist.

Durch Staubmilben können **allergische Reaktionen** bei entsprechend sensibilisierten Mitarbeitern entstehen.

Bei der Verarbeitung wird Staub freigesetzt, der die Augen reizt. Deshalb sollte immer eine **ausreichende Lüftung sichergestellt sein**.

Die **Arbeitskleidung sollte möglichst geschlossen** sein. Overalls mit langen Ärmeln haben sich bewährt. Der **Einsatz von Handschuhen** wird empfohlen. Fettende, gerbstoffhaltige **Schutzcreme verbessert den Hautschutz**.

Bei **Überkopfarbeiten** und Arbeiten in staubbelasteten Bereichen sollten die Mitarbeiter eine **Partikelfiltermaske P1** tragen.

Die Mitarbeiter sollten im sorgfältigen Umgang mit Faserdämmstoffen **unterwiesen** werden und in ausreichender Form persönliche Schutzausrüstung zur Verfügung gestellt bekommen.

Das verwendete Flammschutzmittel emittiert nur in sehr geringem Umfang an die Umgebung. Es wird als eher ungiftiges Schutzmittel eingestuft, sodass normalerweise **keine gesundheitlichen Auswirkungen auf den Menschen** zu erwarten sind.

Entsorgung

Flachs und Hanf weisen eine gute Beständigkeit gegen Pilze auf. Da die Pflanzenfasern kein Eiweiß enthalten sind die Gefährdungen durch tierische Schädlinge gering. Die **Lebensdauer ist in der Regel sehr hoch**, sodass Reparaturen nur in geringem Umfang zu erwarten sind. Auch der Wartungsaufwand ist insgesamt gering.

Die Dämmstoffe aus Flachs und Hanf sind **stofflich wiederverwendbar** und können zu Dämmstoff-Filzen aufgearbeitet werden.

Eine **thermische Verwertung ist ebenfalls möglich**, da der Brennwert von Stütz- und Naturfasern sehr hoch ist.

Dichtstoffe

Moderne, energiesparende Gebäudekonstruktionen stellen besondere Anforderungen an die Abdichtung von Fugen. Bei zunehmender Gebäudedämmung kommt der Luftdichtheit im Hinblick auf die Energieeinsparung wie auch die Bauschadensgefährdung eine besondere Bedeutung zu. Näheres zum Thema Luftdichtheit und Raumklima kann man unter Zimmerer > Produktverantwortung > Gesundes Wohnen > Raumklima nachlesen.

Der konstruktive Aufbau der Anschlussfuge muss unter Beachtung des möglichen Bewegungsausgleiches zwei grundsätzliche Funktionen erfüllen:

1. den **Schutz der Anschlussfuge und des Gebäudeinnern vor dem Außenklima** und
2. den **Schutz der Anschlussfuge vor dem Raumklima**.

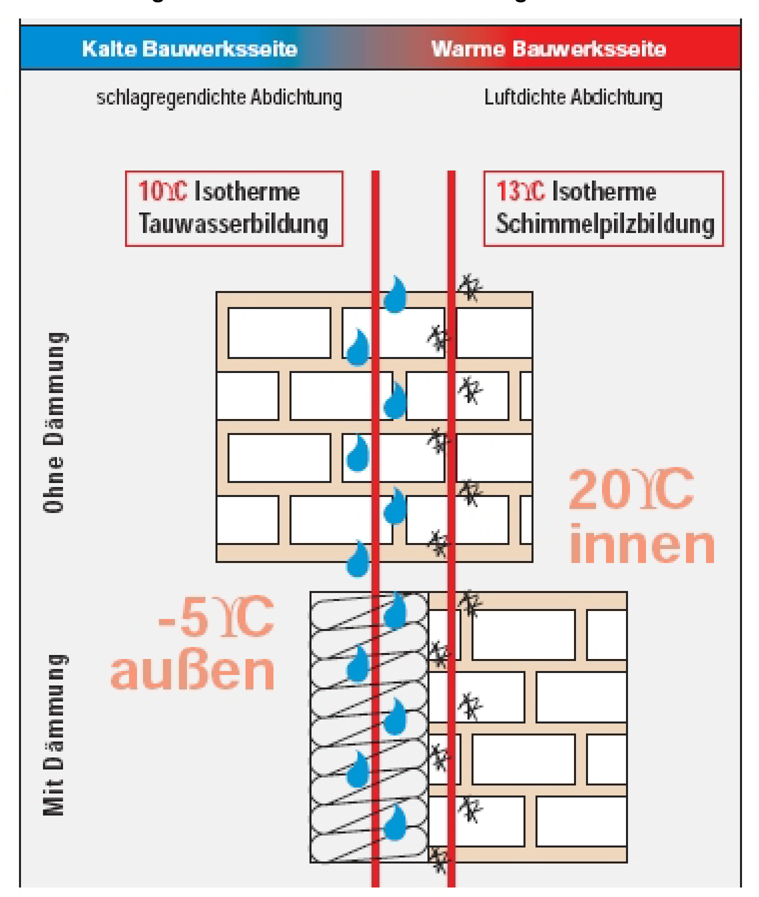
Dabei kommen je nach Anschlusssituation Dichtmassen, Kompribänder oder Folien zum Einsatz.

Zusammenfassung der Randbedingungen und Darstellung von in der Praxis vorgefundenen Mängeln (pdf, 566 KB)

Lage der Fugenebene

Während sich die Lage von Fugen bei Dampfbremsen und Fußböden automatisch ergibt, muss sie bei Fenstern und Außentüren festgelegt werden. Die Vorgaben der Energieeinsparverordnung sehen vor, dass die **Oberflächentemperatur an der Innenfuge nicht unter 13 °C absinken** soll. Ansonsten sind auf der Fugenoberfläche Schimmel und Tauwasserprobleme zu erwarten.

Bild: Dichtungsebenen bei der Fenstermontage



Bei **einschaligem Wandaufbau** sollte die Einbauposition der Fenster bzw. Haustüren im mittleren Drittel der Wand liegen.

Bei **außenseitiger Gebäudedämmung** sollte der Blendrahmen außenbündig dem Mauerwerk gesetzt werden. Der Rahmen verbleibt dann ausreichend im warmen Bereich, kann überdämmt werden und lässt sich leichter befestigen.

Dimensionierung der Fuge

Die Dimensionierung von Gebäudedehnungsfugen ist maßgeblich abhängig vom statisch-konstruktiven Konzept des jeweiligen Bauwerks. Die exakte Fugenbemessung ist Bestandteil der Bauwerksplanung und somit Aufgabe des Architekten. Die erforderliche Fugenbreite ist von den folgenden **Einflussfaktoren** abhängig:

- Thermisch bedingte Bauteilbewegungen
- Abstand der Bewegungsfugen zueinander
- Quell- und Trocknungsbewegungen der Bauteile
- Setzungsbewegungen
- Feuchtigkeitsbedingte Längenänderung der Bauteile
- Fabrikationstoleranz der Bauteile
- Ausführungstoleranz der Bauteile
- Zulässige Stauchung und Dehnung des Fugendichtungsmaterials

Fugenfüllmaterialien, z.B. **Montageschäume**, sind aufgrund ihrer Eigenschaften nicht oder nur in begrenztem Maße in der Lage, Schwind- und Quellbewegungen sowie andere Bauteilverformungen aufzunehmen und sind deshalb **nicht zur Herstellung der erforderlichen Luftdichtheit geeignet**. Fugendichtungsmassen müssen entsprechend ihrer Dehnung und den zu erwartenden Bewegungen der angrenzenden Bauteile dimensioniert werden.

Die Fugenbreite wird bestimmt durch die temperatur- und feuchtigkeitsbedingten Maßänderungen der Rahmenprofile wie auch dem Dehnungsverhalten der Fugendichtstoffe.

Funktionen

Die Fugenabdichtung muss eine Vielzahl von Funktionen übernehmen:

- Wärmeschutz
- Winddichtigkeit
- Schallschutz
- Tauwasserschutz
- Brandschutz
- Schlagregenschutz
- Temperaturbeständigkeit

Wärmeschutz

Die Wärme kann entweder durch Wärmeleitung der Baustoffe (Transmission) oder durch Luftströmungen (Konvektion) nach außen entweichen.

Zur Verringerung des Transmissionswärmeverlustes sollte **der Wärmedurchgangskoeffizient der Fuge maximal genauso groß wie der des angrenzenden Bauteils sein**. Entsprechend den Vorgaben der **Energieeinsparverordnung** (EnEV) dürfte die Anschlussfuge bei einem Fenster maximal einen U-Wert von 1,7 W/m^2K betragen, bei einer Außentür wären es 2,9 W/m^2K. Bei höher wärmegedämmten Fenstern oder Außentüren müsste die Anschlussfuge an deren Dämmwert angepasst werden.

Winddichtigkeit

Wird ein Gebäude vom Wind angeströmt, so besteht zwischen dem Rauminneren und der vor dem Gebäude "angestauten" Außenluft eine Druckdifferenz. Infolge dieser Druckdifferenz strömt Luft durch undichte Fugen, was einen Wärmeverlust verursacht. Darüber hinaus wird die Luftbewegung im Fugenbereich als Zug empfunden. Die Luftdurchlässigkeit (Winddichtigkeit) einer Fugenkonstruktion wird durch den Fugendurchlasskoeffizienten a gekennzeichnet. Der a-Wert gibt an, wie viel Kubikmeter Luft in einer Stunde durch eine 1 m lange Fuge bei einer Druckdifferenz von 1 daPa hindurchströmt.

Die **Fugendurchlasskoeffizienten** für außenliegende Fenster betragen bei **Gebäuden bis zu 2 Vollgeschossen**,
- Beanspruchungsgruppe A: $a < 2{,}0 m^3/(h \cdot m \cdot (daPa)^{2/3})$

und bei Gebäuden mit **mehr als 2 Vollgeschossen**
- Beanspruchungsgruppe B und C: $a < 1{,}0 m^3/(h \cdot m \cdot (daPa)^{2/3})$

Schallschutz

Die Ausbildung der Fugen beeinflusst in erheblichem Umfang die Schalldämmung des eingebauten Bauteils. Gerade hohe Töne werden durch fehlerhafte Fugenausbildung übertragen. Die Fugen müssen entsprechend den **Herstellervorgaben** ausgebildet werden, damit die Schalldämmung der Fugen dem des Bauteils entspricht.

Tauwasserschutz

Zur Vermeidung von Tauwasser in der Anschlussfuge sind zwei Prinzipien zu beachten:

Raumseitig ist eine relativ dampfdichte Ausbildung (Baustoffe mit einer hohen **Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl**) vorteilhaft, da Wasserdampf hierdurch nur in sehr geringem Umfang in den Außenbauteilquerschnitt gelangen kann.

Außenseitig sind möglichst diffusionsoffene Baustoffe (niedrige Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl) zu wählen, damit Wasserdampf, welcher im Winter bestrebt ist, von innen nach außen zu **diffundieren**, nicht im Querschnitt gehalten wird, sondern an die Außenluft gelangen kann.

Entsprechend den Vorgaben der DIN 4108-3 muss der Wasserdampfdiffusionswiderstand der Dichtungsebenen innen und außen aufeinander abgestimmt sein. **Die außenseitige Dichtung sollte möglichst diffusionsoffen, aber regendicht ausgeführt sein. Der Diffusionswiderstand der inneren Dichte sollte um den Faktor 6 - 10 höher ausgelegt sein als der, der Außendichtung.**

Schlagregenschutz

Fugen in Außenbauteilen werden durch Schlagregen (Regen in Verbindung mit Winddruck) beansprucht. Es muss sichergestellt werden, dass das Eindringen von Niederschlagswasser in die Fugenkonstruktion vermieden wird. Die Prüfung zur Wirksamkeit der Fugenabdichtung erfolgt auf Basis der Norm DIN EN 12 208. Hierbei wird die **Fugenkonstruktion in die Beanspruchungsklassen 0 bis 9A bzw. 0 bis 7B** eingeteilt. Die jeweils erforderliche Beanspruchungsgruppe wird vom Planer vorgegeben.

Tabelle: Klassifizierung Schlagregendichtheit

Klasse	Prüfdruck in Pa	Verfahren A	Verfahren B
0	-	nicht geprüft	nicht geprüft
1	0	1A	1B
2	50	2A	2B
3	100	3A	3B
4	150	4A	4B
5	200	5A	5B
6	250	6A	6B
7	300	7A	7B
8	450	8A	-
9	600	9A	-

Quelle: in Anlehnung an DIN EN 12208

Das Verfahren A ist für ein Produkt geeignet, dass nicht geschützt ist. Verfahren B ist für Produkte, die teilweise geschützt sind.

Brandschutz

Die Beständigkeit von Rauch- und Brandschutzbauteilen wird im Prüfstand immer mit einer konkreten Einbausituation geprüft. Die Gültigkeit des vergebenen Zertifikats hängt damit auch von der korrekten Montage und Fugenausbildung ab. Entsprechend den **Herstellervorgaben** müssen sich **Betriebe zunächst schulen** lassen, damit sie den ordnungsgemäßen Einbau des Rauch- oder Brandschutzelementes nachweisen können.

Temperaturbeständigkeit

Fugenabdichtungen müssen ihrer Funktion sowohl bei niedrigen Temperaturen als auch bei hohen Temperaturen gerecht werden. Die auftretenden Oberflächentemperaturen von Außenbauteilen sind je nach Himmelsrichtung und Oberflächenfarbgebung unterschiedlich.

Die Fugenabdichtung muss ihre Funktion im Temperaturbereich von - 25 °C bis +50 °C erfüllen. Es darf insbesondere **bei hohen Temperaturen nicht zu einem Austreten von Inhaltsstoffen aus dem Dichtungsmaterial kommen**.

Zusatzanforderungen

Neben den Grundanforderungen, die der Dichtstoff für den Baukörperanschluss aufweisen muss, sind je nach Einsatz weitere zusätzliche Anforderungen notwendig, um eine ausreichende Verträglichkeit mit angrenzenden Baumaterialien sicherzustellen:

Tabelle: Zusatzanforderungen Dichtstoffe im Außenbereich

Klassifikation	Klasse
Dichtstoffe mit einem Dehnspannungswert von max. 0,20 N/mm² bei 25% Dehnung	**La**
Dichtstoffe mit einem Dehnspannungswert von max. 0,30 N/mm² bei 25% Dehnung	**Ha**
Verträglichkeit mit Natursteinen	**N**
Anstrichverträglichkeit - zwischen vorhandener Beschichtung und nachfolgendem Dichtstoff - zwischen Dichtstoff und nachfolgende angrenzende Beschichtung - zwischen Dichtstoff und vollflächiger Beschichtung	 **A1** **A2** **A3**

Quelle: IVD-Merkblatt Nr. 9, Dichtstoffe in der Anschlussfuge, Februar 1997

Tabelle: Zusatzanforderungen Dichtstoffe im Innenbereich

Klassifikation	Klasse
Dichtstoffe mit einem Dehnspannungswert von max. 0,20 N/mm² bei 15% Dehnung	**Li**
Dichtstoffe mit einem Dehnspannungswert von max. 0,30 N/mm² bei 15% Dehnung	**Hi**
Verträglichkeit mit Natursteinen	**N**
Anstrichverträglichkeit - zwischen vorhandener Beschichtung und nachfolgendem Dichtstoff - zwischen Dichtstoff und nachfolgende angrenzende Beschichtung - zwischen Dichtstoff und vollflächiger Beschichtung	 **A1** **A2** **A3**

Quelle: IVD-Merkblatt Nr. 9, Dichtstoffe in der Anschlussfuge, Februar 1997

Dichtungsmassen

Silikon-Dichtstoffe

Silikon wird zum Abdichten von Fugen verwendet. In Kartuschen oder Schlauchbeuteln abgefüllt, lässt es sich einfach mit der Spritzpistole aufbringen. Silikon ist unempfindlich gegen Kälte sowie Hitze und haftet auf nahezu allen Materialien. Der Werkstoff ist elastisch und überbrückt eine maximale Dauerdehnung von 25% der Strangbreite, ohne dass der Strang an der Fugenflanke abreißt. Der Werkstoff ist in vielen Farben erhältlich.

Silikon-Dichtstoffe härten durch die Luftfeuchtigkeit aus. Sie lassen sich nach der **Vernetzungsart** unterscheiden.

Tabelle: Reaktionsgeschwindigkeit und Haftflächen von Silikon-Dichtstoffen

Vernetzungssystem	Chemische Reaktion	Haftflächen
Amin-Oxim	langsam	Beton, Eternit
Amin	sehr schnell	Beton, Eternit
Oxim	langsam bis schnell	Glas, Metall, Kunststoff
Benzamid	sehr langsam bis schnell	Glas, Metall, Kunststoff
Acetat	schnell	Glas, Eloxal
Alkoxy	sehr langsam bis schnell	Glas, Metall, Kunststoff

Um den richtigen Dichtstoff auszuwählen, sind die Haftung und Verträglichkeit des Dichtstoffs auf den abzudichtenden Bauteilen zu berücksichtigen. Typischerweise kommt Silikon im Sanitärbereich zum Einsatz.

Kennwerte

Silikon-Dichtstoffe weisen folgende Kennwerte auf:

Dampfdiffusionswiderstand	Fugendurchlässigkeit	Schlagregendichtheit
ca. 1500	0,1 m^3/hm(daPa)	600 Pa

Herstellung

Silikon-Fugendichtstoffe werden aus Silizium gewonnen. Sie enthalten zinnorganische Verbindungen (TBT), die als Katalysator wirken.

Zur besseren Beständigkeit gegen Schimmelpilze sind sie zumeist fungizid voreingestellt. Dafür kommen halogenorganische Verbindungen zum Einsatz. Die Wirksamkeit der Fungizide ist beschränkt. Je nach Beanspruchung lässt die Wirksamkeit der Fungizide schnell nach.

Verarbeitung

Häufig kommt es zu einem Abriss der Fugenmassen, da keine ausreichende Fugenbreite vorhanden war. Für den Einsatz von Silikon-Dichtstoffen wie auch von Acrylat-Dispersionen sind folgende **Mindestfugenbreiten** zu empfehlen:

Bild: Mindestfugenbreiten

	Elementlänge						
	bis 1,5 m	bis 2,5 m	bis 3,5 m	bis 4,5 m	bis 2,5 m	bis 3,5 m	bis 4,5 m
Werkstoff der Fensterprofile	Mindestfugenbreite für stumpfen Anschlag b_S in mm				Mindestfugenbreite für Innenanschlag b_A in mm		
PVC hart (weiß)	10	15	20	25	10	10	15
PVC hart und PMMA (dunkel) (farbig extrudiert)	15	20	25	30	10	15	20
Harter PUR-Integralschaumstoff	10	10	15	20	10	10	15
Aluminum-Kunststoff-Verbundprofile (hell)	10	10	15	20	10	10	15
Aluminum-Kunststoff-Verbundprofile (dunkel)	10	15	20	25	10	10	15
Holzfensterprofile	10	10	10	10	10	10	10

Quelle: IVD-Merkblatt Nr.9, November 2003, S. 22

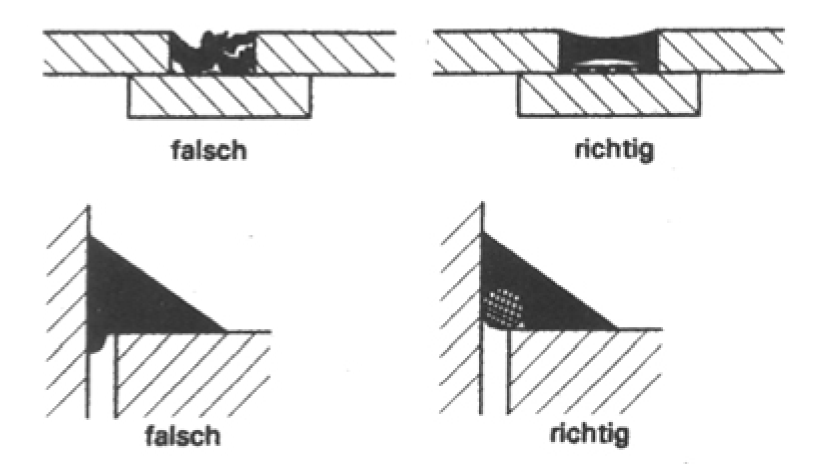
Dabei sollte der außenseitige Dichtstoff eine Gesamtverformung von mindestens 25% ermöglichen.

Vor dem Aufbringen des Dichtstoffs müssen **alle Haftflächen sauber, trocken, fest und frei von Staub, Öl, Eis oder anderen Verunreinigungen** sein! Mit alkoholartigen Reinigungsmitteln können die Oberflächen gesäubert werden.

Für **saugende Untergründe** muss ein zusätzlicher **Primer** eingesetzt werden, als Hilfsstoff zur Haftungsvermittlung gegenüber dem Silikon.

Generell ist bei allen Fugendichtmassen eine **Drei-Flankenhaftung zu vermeiden**. Sie verhindert, dass die abdichtenden Bauteile arbeiten können und sie kann durch hohe Teilspannungen die Fuge zerstören.

Bild: Problem der Dreiflankenhaftung



Das **Verhältnis von Fugenbreite zu Fugentiefe** muss stimmen. Entsprechende Vorgaben werden vom Hersteller der Dichtstoffe gemacht. Nur eine optimale Abstimmung ermöglicht eine ausreichende Dehnfähigkeit des Dichtstoffs. Um die Fugentiefe fachgerecht sicherzustellen, hat sich der Einsatz von **runden Vorfüllprofilen aus Polyethylen** (PE) bewährt.

Grundsätzlich gilt, dass **Silikon nicht überstreichbar** ist!

Gesundheitliche Belastungen

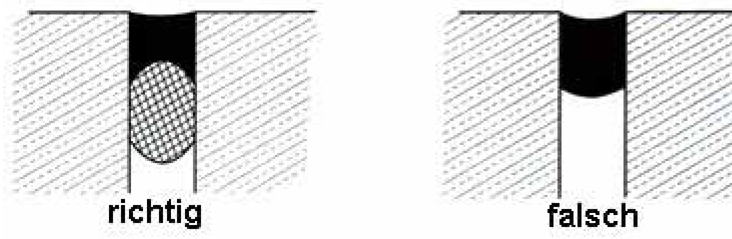
Beim Aushärten entstehen je nach Vernetzungssystem unterschiedliche Stoffe, die durch eine **gute Entlüftung aus dem Raum** abgeführt werden müssen. Essigsäure reizt die Augen und Atemwege. Die Amine sind häufig mit krebserzeugenden Nitrosaminen verunreinigt.

Es bilden sich häufig Schimmelflecken an der Oberfläche. Sie sind zwar in der Regel nicht gesundheitsbedenklich, werden aber als unangenehm empfunden. Die Schimmelsporen finden insbesondere im Sanitärbereich an den Oberflächen durch Feuchtigkeit und Wärme ein oft ideales Wachstumsklima. Es bilden sich punktförmige Flecken, die sich vergrößern. Nur zu Beginn können diese noch mechanisch von der Oberfläche entfernt werden. Als wichtigste **Vorsorgemaßnahmen gegen Schimmelbefall** können genannt werden:

1. Ausreichende Lüftung zur Absenkung der Raumfeuchte
2. Regelmäßige Reinigung der Fugen
3. Möglichst glatte Fugen

Bei der Verfugung muss der Dichtstoff so ausgeführt sein, dass sich keine Feuchtigkeit sammeln oder stauen kann. Hier sind Dichtstoffe mit geringen Schwundraten günstiger. Je geringer die Hohlkehle der Fuge und je glatter die Übergänge, desto weniger Feuchtigkeit kann sich in der Fuge ansammeln und dort das Schimmelwachstum begünstigen.

Bild: Korrekte Fugenausbildung



Quelle: IVD-Merkblatt Nr. 14, Dichtstoffe und Schimmelbefall, Dezember 2002, S. 11

Die häufig verwendeten **Haushaltsreiniger zum Glätten der Fugen** bilden häufig einen nährstoffreichen Grundstock auf der Fugenoberfläche als Grundbaustein für ein späteres Schimmelwachstum. Hier sollte auf die speziellen Glättmittel der Hersteller zurückgegriffen werden.

Acrylat-Dispersionen

Acrylat Dispersionen enthalten Wasser. Dadurch können auch **Materialien auf feuchtem, saugendem Untergrund** verarbeitet werden. Sie kommen deshalb vor allem im Baubereich beim Abdichten von Putzschichten und Holzbauteilen zum Einsatz. Für Nassräume sind Acrylate in der Regel nicht geeignet.

Die maximale Gesamtverformung beträgt bei den Acrylaten 25%. Wenn das Wasser nach dem Verarbeiten des Dichtstoffes verdunstet, nimmt das Volumen des Dichtstoffes zwangsläufig ab.

Kennwerte

Acrylat-Dispersionen weisen folgende Kennwerte auf:

Dampfdiffusionswiderstand	Fugendurchlässigkeit	Schlagregendichtheit
ca. 3200	0,1 m³/hm(daPa)	600 Pa

Herstellung

Acrylat-Dispersionen sind ein Produkt der chemischen Kunststoffindustrie. Sie basieren ausschließlich auf Erdölprodukten.

Verarbeitung

Die Hinweise zur Verarbeitung von Acrylat-Dispersionen entsprechen denen für Silikon-Dichtstoffe.

Allerdings können Acrylate überstrichen werden!

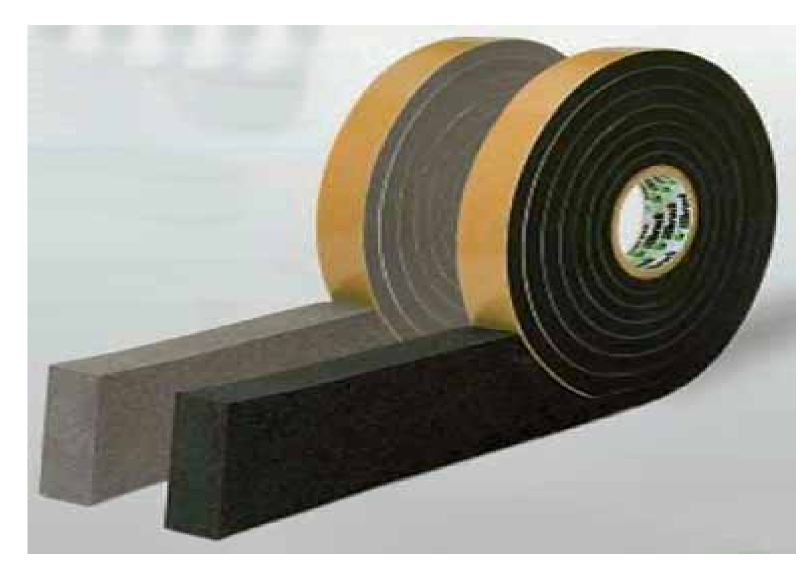
Bedingt durch den erhöhten Anteil an Wasser müssen Acrylat-Dispersionen **frostsicher gelagert** werden.

Gesundheitliche Hinweise

Dadurch dass Acrylate nicht im Sanitärbereich eingesetzt werden, enthalten sie in der Regel **keine Fungizide**.

Die **Belastung durch Schimmel ist allerdings ebenso gegeben**. Insbesondere wenn die Oberflächentemperatur unter 13 °C fällt, bildet sich ein erhöhtes Feuchtigkeitsmilieu, das dem Schimmelwachstum förderlich ist

Fugendichtungsbänder



Fugendichtungsbänder sind komprimierte Schaumstoffbänder aus Polyurethan. Wie das Bild verdeutlicht, können sich die Bänder in der Breite deutlich ausdehnen und dabei auch ungleiche Fugenbreiten ausgleichen. Es können Fugen bis maximal 40 mm abgedichtet werden.

Fugendichtbänder werden nach der Norm DIN 18542 in zwei **Beanspruchungsgruppen** unterteilt:

Tabelle: Beanspruchungsgruppen Fugendichtbänder

Beanspruchungsart	Beanspruchungsgruppe BG 1	Beanspruchungsgruppe BG 2
Fugenwitterung	direkt	entfällt
Schlagregeneinwirkung	stark	gering
Tauwassereinwirkung	hoch	gering
Einwirkung von Luftfeuchte	langzeitig	langzeitig
Winddichtigkeit	normal	normal

Quelle: In Anlehnung an DIN 18542, Januar 1999

Die **technischen Anforderungen** zu den beiden Beanspruchungsgruppen können der folgenden Tabelle entnommen werden:

Tabelle: Anforderungen an die Beanspruchungsgruppen

Nr.	Eigenschaft	BG 1	BG 2
1	Fugendurchlass-koeffizent a bei 10 Pa	$x \leq 0{,}1 m^3/(h \cdot m \cdot [daPa]^n)$	$\leq 0{,}1 m^3/(h \cdot m \cdot [daPa]^n)$
2	Schlagregendichtheit von Fugen bei p	≥ 600 Pa	≥ 300 Pa
3	Schlagregendichtheit von Fugenkreuzen bei p	x ≥ 600 Pa	---
4	Temperaturwechsel-beständigkeit	von -20 bis +80°C	von -20 bis +60°C
5	Beständigkeit gegen Licht- und Feuchteeinwirkung	muß sichergestellt sein	---
6	Verträglichkeit mit angrenzenden Baustoffen	bis +80°C	bis +60°C
7	Brandverhalten	B1	B2
8	Wasserdampfdiffusions-widerstandszahl µ	≤ 100	≤ 100

Quelle: In Anlehnung an DIN 18542, Januar 1999

Kennwerte

Fugendichtbänder weisen folgende Kennwerte auf:

Dampfdiffusionswiderstand	Fugendurchlässigkeit	Schlagregendichtheit
10 - 100	0,1 m³/hm(daPa)	600 Pa

Herstellung

Fugendichtbänder bestehen aus einem weichen Schaumstoff aus Polyisocyanaten (35%) und Polyolen (50%). Der Umgang mit dem Rohstoff Isocyanat beinhaltet ein besonders gesundheitsgefährdendes Potenzial. Er wird aus dem sehr giftigen Gas Phosgen gewonnen und unterliegt deshalb aufwendigen Sicherheitsvorschriften.

Um die Feuchteaufnahme zu vermeiden, weisen die Dichtbänder eine Acrylat-Dispersionsimprägnierung auf. Teilweise wird ein flammhemmendes Mittel wie Aluminiumoxid beigemischt, um die Brennbarkeit zu verringern.

Verarbeitung

Für den Einsatz von Fugendichtbänder sind folgende **Mindestfugenbreiten** zu empfehlen:

Bild: Mindestfugenbreiten Fugendichtbänder

	ELEMENTLÄNGE						
	bis 1,5 m	bis 2,5 m	bis 3,5 m	bis 4,5 m	bis 2,5 m	bis 3,5 m	bis 4,5 m
Werkstoff der Fensterprofile	Mindestfugenbreite für stumpfen Anschlag b_S in mm				Mindestfugenbreite für Innenanschlag b_A in mm		
PVC hart (weiß)	8	8	10	10	8	8	8
PVC hart und PMMA (dunkel) (farbig extrudiert)	8	10	10	12	8	8	8
Harter PUR-Integralschaumstoff	6	8	8	10	8	8	8
Aluminium-Kunststoff-Verbundprofile (hell)	6	8	10	10	8	8	8
Aluminium-Kunststoff-Verbundprofile (dunkel)	6	8	10	10	8	8	8
Holzfensterprofile	6	8	8	8	6	8	8

Quelle: In Anlehnung an die DIN 18542, Januar 1999

Zur Verlegung werden Maßband, Spachtel, Schere oder Messer und evtl. Holzkeile benötigt.

Für die Verarbeitung können folgende **Hinweise** gegeben werden:

- Das überkomprimierte Anfangs bzw. Endstück abschneiden.
- **Beim Ablängen des Bandes mindestens 1cm/m dazu geben.**
- Bei senkrechten Fugen mit der Verlegung unten beginnen. **Die Bandenden werden stumpf gestoßen.**

- Die Fugenflanken sollten parallel verlaufen (max. 3 Grad Abweichung). Weiterhin müssen die Fugenflanken grob von Bauschmutz und Mörtelresten gereinigt werden.
- Das Band sollte aus optischen Gründen 1 bis 2 mm von der Vorderkante der Fugenflanke nach innen verlegt werden.

Bild: Verarbeitungshinweise Fugendichtbänder

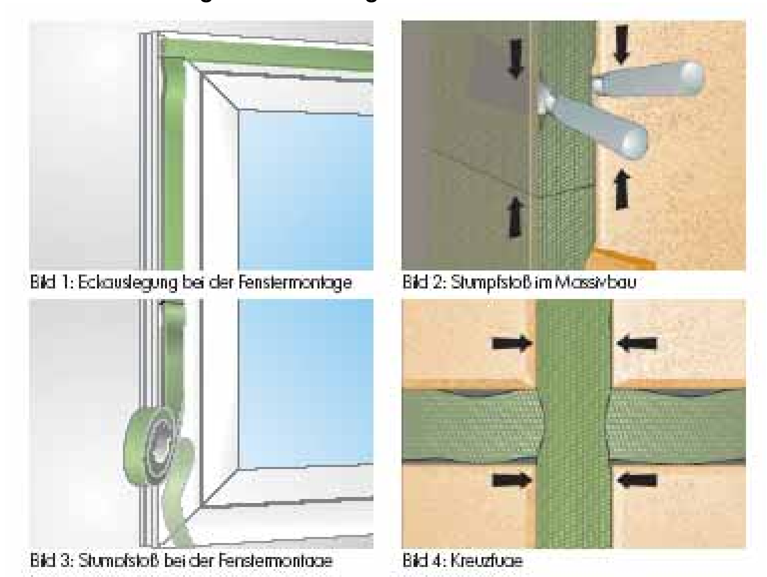


Bild 1: Eckauslegung bei der Fenstermontage

Bild 2: Stumpfstoß im Massivbau

Bild 3: Stumpfstoß bei der Fenstermontage

Bild 4: Kreuzfuge

Nasse Fugen können die, als Montagehilfe dienende, Selbstklebung neutralisieren. In diesem Fall kann das Fugendichtband bis zur Aufgehzeit mit Keilen fixiert werden (Bild 2).

Das Fugendichtband **darf nicht um Rahmenecken geführt** werden (Bild 1). Die Bänder müssen immer stumpf gestoßen werden (Bild 3).

Bei Kreuzfugen ist der **flächenbündige Übergang im Stoßbereich** zwischen senkrechtem und waagrechtem Fugenband zu beachten (Bild 4).

Das Band darf nicht mit lösemittelhaltigen oder aggressiven Chemikalien in Verbindung gebracht werden.

Gesundheitliche Belastungen

Die ausgehärteten Schaumstoffbänder geben keine Schadstoffe an die Umgebung ab. Das Produkt ist nicht kennzeichnungspflichtig im Sinne der Gefahrstoffverordnung. Eine sensibilisierende Wirkung wurde bislang nicht festgestellt.

Folienabdichtung


Quelle: mikado, 8/2001, S. 69

Folien nehmen im Baubereich einen breiten und wichtigen Raum ein. Sie dienen der flächigen Abdichtung von Wänden und Dächern. Dabei kommt dem sauberen Anschluss an die unterschiedlichsten Bauteile wie Fenster, Installationen usw. eine wesentliche Bedeutung zu, um eine ausreichende Luftdichtheit zu gewährleisten.

Folien werden im Innenbereich wie auch im Außenbereich eingesetzt. Sie sind der Baustoff, um

- im **Innern eine größtmögliche Luftdichtheit** zu erreichen und
- von **Außen einen optimalen Schlagregenschutz** zu gewährleisten.

Die Folien unterscheiden sich vor allem in ihrer **Wasserdampfdurchlässigkeit**. Nach der Norm DIN 4108-3 gilt folgende Einteilung:

diffusionsoffen	s_d-Wert kleiner 0,5 m
diffusionshemmend	s_d-Wert zwischen 0,5 m und 1500 m
diffusionsdicht	s_d-Wert größer als 1500 m

Die beiden **s_d-Werte für die innere und äußere Abdichtung müssen in einem bestimmten Verhältnis stehen**. Es muss gewährleistet sein, dass

1. Luftfeuchtigkeit aus dem Inneren nach Außen gelangen kann
2. Feuchtigkeit aus dem Bauteilinneren in ausreichendem Umfang die Möglichkeit hat im Sommer auszutrocknen

Die genaue Berechnung der Tauwassermenge erfolgt nach den Vorgaben der DIN 4108-3.

Tabelle: Wasserdampfdiffusionsäquivalente Luftschichtdicke s_d für Innen und Außen

s_d-Wert außen	s_d-Wert innen
kleiner 0,1 m	größer gleich 1,0 m
kleiner 0,3 m	größer gleich 2,0 m
größer 0,3 m	größer 6 mal s_d-Wert außen

Quelle: In Anlehnung an DIN 4108-3, Juli 2001

Bei Neubauten wählt man heute meist eine möglichst diffusionsoffene Außendichtung mit einem s_d-Wert von weniger als 0,5 m. Die innere Abdichtung muss dichter sein, bleibt aber dennoch noch relativ diffusionsoffen.

Bei der Sanierung von Altbauten, z.B. im Dachausbau, verbleibt die äußere Abdichtung oft im Baukörper, die Dämmung und die innere Abdichtung werden ergänzt. **Da früher meist im Außenbereich recht diffusionshemmende Folien zum Einsatz kamen, sollte die entsprechende Innenabdichtung einen größeren s_d-Wert aufweisen.** Es ist dafür wichtig, zunächst den Wasserdampfdurchlasswiderstand der äußeren Folie zu ermitteln.

Bei schwierigen Randbedingungen bietet es sich an, Folien mit einem feuchteabhängigen s_d-Wert einzusetzen. Diese Folien weisen einen s_d-Wert zwischen 0,25 m - 10 m auf. Im Winter, wenn der Feuchtedruck von Innen nach Außen sehr groß ist, bleibt der s_d-Wert über 10 m. Im Sommer bei entsprechend geringer Belastung sinkt der s_d-Wert-Wert stark ab und ermöglicht so ein optimales Austrocknungspotenzial.

Kennwerte

Folien können in einem weiten Bereich an Kennwerten hergestellt werden:

Wasserdampfdurchlässigkeit	Fugendurchlässigkeit	Schlagregendichtheit
100 - 10.000.000	0,1 m³/hm(daPa)	600 Pa für Außenfolien

Herstellung

Folien werden aus Polypropylen oder Polyethylen hergestellt. Sie basieren ausschließlich auf Produkten der erdölbasierenden Kunststoffindustrie. Nachwachsende Rohstoffe kommen hier noch nicht zum Einsatz.

Für besonderes hohe Diffusionswiderstandswerte werden die Folien mit einer Aluminiumschicht kaschiert. Aluminium weist einen sehr hohen Widerstand gegen Feuchtebewegungen auf.

Folien sind normalerweise **als Baustoff normal entflammbar**. Sie werden der **Baustoffklasse B2** zugeordnet.

Folienbänder zum Abdichten werden mit einem Klebestreifen an beiden Längsseiten versehen, um die Abdichtung zwischen den Bauteilen zu erleichtern.

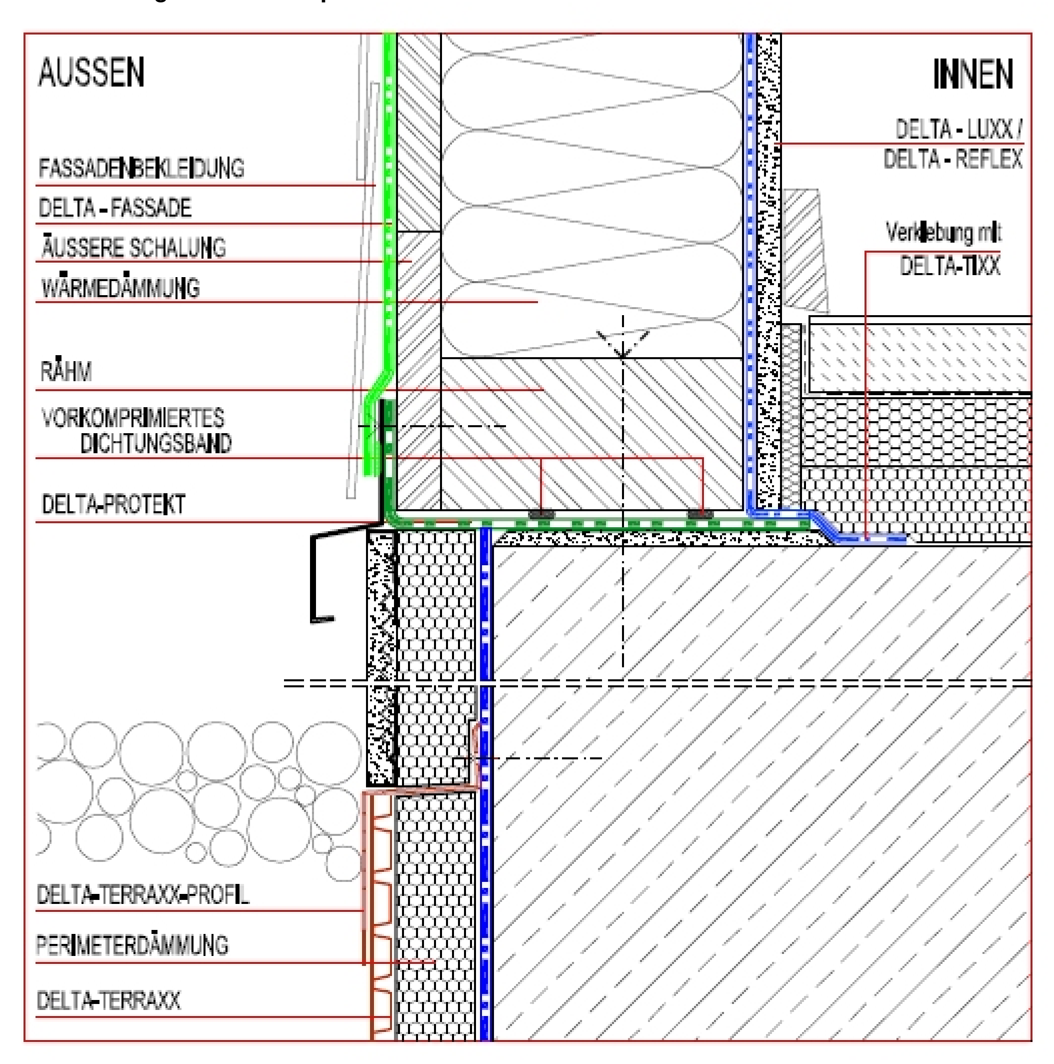
Verarbeitung

Für die Verarbeitung von **Folien zum Abdichtung der Fugen zwischen Fenster und Mauerwerk** können folgende **Hinweise** gegeben werden:

- Die Folien werden mit der Selbstklebung so auf den Fensterrahmenrücken geklebt, dass die Dehnfalte mit der Rahmeninnenfläche abschließt (Bild 1).
- Folie auf der ganzen Seite des Fenster ankleben und mindestens 2 cm (Innen) bzw. 3 cm (Außen) über den Eckbereich überstehen lassen.
- Folie knicken und zurückfalten. Die Selbstklebungen liegen dabei aufeinander (Bild 2).
- Die Schutzfolie auf der Gegenseite abziehen und in der Flucht des Blendrahmens auf den Untergrund aufkleben und sorgfältig mit Hilfe einer Andruckrolle anrollen (Bild 3 und 4).
- **Es sollte eine Wellenform zwischen Baukörper und Fensterelement vorgesehen werden. Dadurch kann sich bei Bewegungen in der Anschlussfuge keine Zugspannung aufbauen, die die Folie evtl. aus ihrer Verklebung lösen würde.**

- Die am Mauerwerk befestigte Folienseite kann mit Mörteln überputzt werden.

Bild: Verarbeitungshinweis Fußpunkt Außenwand



Für den Anschluss der Folien in Eckbereichen haben sich **vorgeknickte Klebebänder** bewährt.

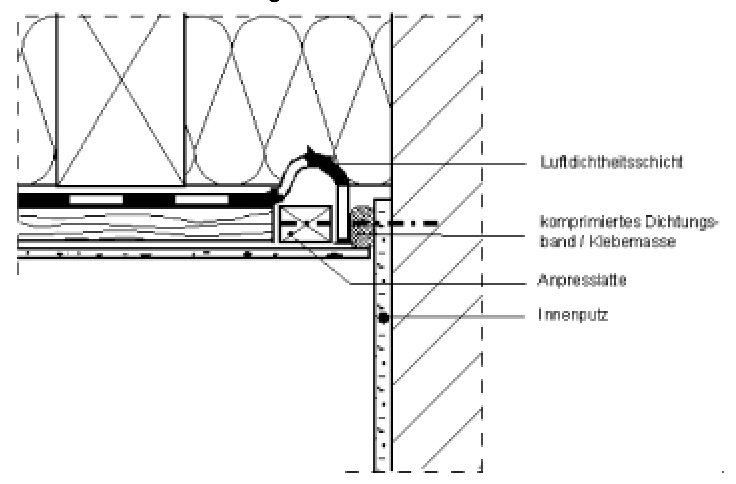
Bild: Vorgeknicktes Folienklebeband



Es empfiehlt sich immer, die verklebte Verbindung mit einem Roller anzureiben.

Bei der flächigen Verarbeitung sind die Folien nicht mit Selbstklebestreifen versehen, sondern werden mit Klebebändern oder Montagekleber an den jeweiligen Stoßflächen befestigt.

Bild: Abdichten von flächigen Folien



Quelle: DIN 4107-7, Wärmeschutz in Gebäuden, Teil 7: Luftdichtheit von Gebäuden, Ausgabe 8-2001

Dabei sollten folgende Punkte beachtet werden:

- **Die Folienränder sollten an allen Übergängen zum Mauwerk mit Kleber besäumt werden.** Idealerweise werden die Folien gegen den Kleber auf dem Mauerwerk mit einer Leiste fixiert.
- Die Folien sollten vollständig und ohne Blasenbildung in den Kleber eingebettet werden.
- Im **Stoßbereich** zwischen zwei Folien sollte eine **Überlappung der Folien von 50 bis 100 mm** vorgesehen werden.
- Beim Andrücken der Folien gegen den Kleber darf dieser nicht flachgedrückt werden. Er benötigt eine gewisse **Mindestdicke von ca. 4 mm**, um ausreichend elastisch zu bleiben.
- Die DIN 4108-7 fordert beim Übergang von Folien auf das Mauerwerk zusätzlich eine mechanische Sicherung in Form einer **Anspresslatte**, um ausreichend Druck auf die Folie zu bringen.

Hinweise zum Abdichten von Durchdringungen wie Rohre oder Leitungen können auf der Seite Zimmerer > Produktverantwortung > Gesundes Wohnen > Raumklima eingesehen werden.

Bei der Verarbeitung von Klebern haben sich **Schlauchbeutel** bewährt. Sie beinhalten die doppelte Klebstoffmenge wie Kunststoff-Kartuschen und erzeugen weit weniger Abfall. Spezielle Schlauchbeutelpistolen erleichtern deren Handhabung.

Bild: Verarbeitung Klebern mit einer Schlauchbeuteil-Pistole



Gesundheitliche Belastungen

Die Folien geben bei der Verarbeitung keine Schadstoffe ab. Mit besonderen Belastungen ist nicht zu rechnen. Die Schadstoffemissionen während der Nutzungsdauer können vernachlässigt werden.

Bei der Verarbeitung von Klebstoffen und Klebefolien zum Abdichten der Stoßfugen sollte man sich vom Hersteller bestätigen lassen, dass diese **weder Lösemittel noch Formaldehyd enthalten**, die in den Wohnraum ausdünsten könnten.

Holzschutz

Holzschutz im weitesten Sinne umfasst alle Maßnahmen zur Erhaltung von Holz und Holzwerkstoffen. Es wird dabei unterschieden zwischen

- konstruktivem,
- physikalischem und
- chemischem Holzschutz.

Dem **konstruktiven Holzschutz kommt eine grundlegende Bedeutung zu**. Durch konstruktive Holzschutzmaßnahmen kann die Beständigkeit der Bauteile verbessert und die Gefährdung verringert werden. Konstruktiver Holzschutz ist eine wesentliche Voraussetzung für die dauerhafte Funktionstüchtigkeit einer Konstruktion. Neben dem konstruktiven Holzschutz muss zusätzlich für tragende Bauteile entsprechend der Gefährdung ein chemischer Holzschutz oder eine entsprechend **resistente** Holzart vorgesehen werden.

Überall dort, wo statisch wirksame Holzbauteile durch Insekten oder Pilze gefährdet sind und dies konstruktiv nicht vermieden werden kann, ist ein **vorbeugender chemischer Holzschutz** erforderlich. Aber auch für andere nicht tragende Bauteile muss ein ausreichender Holzschutz gewährleistet werden.

Wenn es zum konkreten Befall mit tierischen oder pflanzlichen Schädlingen kommt, muss dass **Gebäude oder Bauteil saniert** werden. Dies erfordert besondere Qualifikationen und sollte durch entsprechende Fachbetriebe vorgenommen werden.

Holzschutzmittel werden schon seit fast 100 Jahren eingesetzt. Die dadurch entstehenden **gesundheitlichen Risiken** sind erst seit Beginn der 80er Jahre ausreichend bekannt. Vor allem in Innenbereichen mussten hier besondere Maßnahmen getroffen werden, um die Belastungen durch Holzschutzmittel abzubauen.

Gefährdungsklassen Massivholz

Durch die DIN 68 800 "Holzschutz im Hochbau" Teil 3 werden eindeutige Vorgaben gemacht, in welchen Bereichen ein besonderer Holzschutz erforderlich ist. Die spezifischen Gefährdungen werden in sechs verschiedenen Klassen definiert. Daraus ergeben sich folgende Vorgaben für den Holzschutz:

	Beanspruchung	Gefährdung	Prüfprädikat
0	Innen verbautes Holz, ständig trocken	keine	-
1	Innen verbautes Holz, ständig trocken	Insekten	Iv
2	Holz, das weder dem Erdkontakt noch direkt der Witterung oder Auswaschung ausgesetzt ist, vorübergehende Befeuchtung möglich	Insekten, Pilze	Iv, P
3	Holz, das der Witterung ausgesetzt ist, aber ohne Erdkontakt	Insekten, Pilze, Auswaschung	Iv, P, W
4	Holz in dauerndem Erdkontakt oder ständiger starker Befeuchtung ausgesetzt	Insekten, Pilze, Auswaschung, Moderfäule	Iv, P, W, E
5	Mehrwasserkontakt, Kühlturmhölzer	Insekten,	Iv, P, W, E

	(Hafenbau, Küstenschutz, Kühltürme)	Pilze, Auswaschung, Moderfäule Muschelbesatz, Termiten	

Legende: Iv = gegen Insekten vorbeugend wirksam; P = gegen Pilze vorbeugend wirksam; W = wetterbeständig, E = auch für Erdkontakt geeignet

Die Gefährdungsklasse 5 wird im Rahmen der europäischen Normung EN 335-2 zukünftig eingeführt.

Abhängig von der Einstufung kann entweder

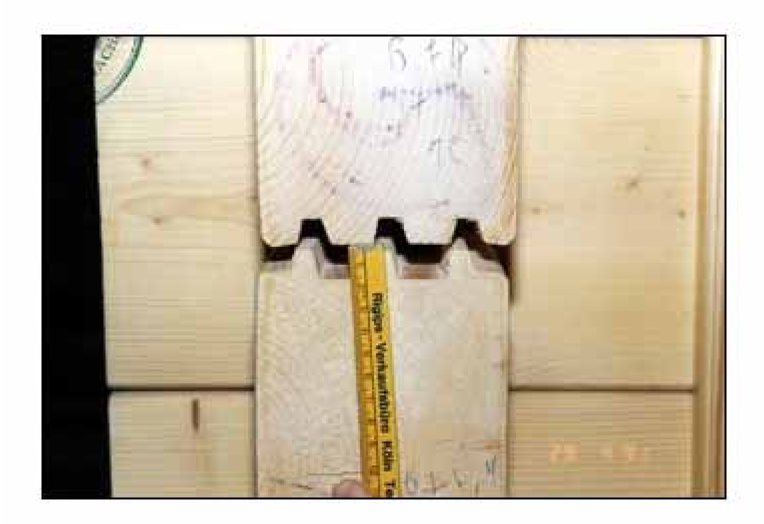
- ein typisches Bauholz wie Fichte gewählt werden, das mit einem Holzschutzmittel behandelt wird, welches das entsprechende Prüfprädikat aufweist

oder

- eine Holzart gewählt werden, die bei der betreffenden Gefährdung eine ausreichende Resistenz nach DIN EN 350 Teil 2 aufweist.

Das "**Arbeiten" des Holzes (Schwinden/ Quellen, Verdrehungen, Rissbildung) wird durch eine Behandlung mit chemischen Holzschutzmitteln nicht behindert**. Allgemeine Bauschäden, die auf feuchte- und trocknungsbedingte Verformungen zurückzuführen sind, können somit nur mit konstruktiven Maßnahmen verhindert werden (z.B. mit dem Einbau trockenen Holzes und einer geeigneten Einschnittart). **Ein chemischer Holzschutz darf nicht zum "Ausbügeln" einer schlechten Planung oder Materialauswahl herangezogen werden.**

Bild: Fugenbildung zur das Arbeiten des Holzes



Quelle: Informationsdienst Holz, Holzschutz-CD, 2004

Bei größeren Querschnitten und ungeeigneter Einschnittart treten Schwindrisse auf, die tiefer ins Innere der Holzquerschnitte reichen, als eine Imprägnierung. Deshalb muss berücksichtigt werden, dass Hölzer **der Gefährdungsklasse 3 im Außenbereich, die keinen Erdkontakt haben, durch Rissbildungen besonders gefährdet** sind. Fugen- und Schmutzablagerungen können sich hier einnisten. Derartige Hölzer werden **der höheren Beanspruchsgruppe 4 zugeordnet!** Tiefere Rissbildungen sind nach DIN 68800-3, Abschnitt 8.5 nachzubehandeln. Mit einem einfachen "Draufpinseln" ist dies aber nicht getan.

Es gibt also viele Argumente für die Verwendung von trockenem Bauholz, um die Gefahren durch Verformungen und Risse zu verringern.

Merkblatt "Argumente für trockenes Bauholz" (pdf, 77 KB)

Die Norm DIN 68800-3 wurde bauaufsichtlich zugelassen, d.h. **ihre Vorgaben werden vertraglicher Bestandteil, auch wenn sie nicht direkt im Werkvertrag erwähnt werden.**

Die Vorgaben der Norm 68800-3 gelten für alle Bauteile aus Holz. Sie stellen eine wichtige Orientierung dar, in welchen Bereichen durch geeignete Konstruktion und Auswahl der Holzarten ein dauerhafter Holzschutz gewährleistet werden kann.

Gefährdungsbereiche Holzwerkstoffe

Nach der DIN 68800-2 werden für den Einsatz von Holzwerkstoffen Gefährdungsbereiche definiert und entsprechende Kennzeichnungen definiert:

Tabelle: Erforderliche Holzwerkstoffklassen

Zeile	Anwendungsbereich	Holzwerkstoffklasse
1.1	Raumseitige Bekleidung von Wänden und Decken	20
1.2a	Obere Beplankung von Deckung unter nicht ausgebauten Dachgeschossen bei ausreichender Dämmschichtauflage (**Wärmedurchlasswiderstand** größer 0,75 m²K/W)	20
1.2b	Obere Beplankung von Deckung unter nicht ausgebauten Dachgeschossen bei nicht ausreichender Dämmschichtauflage (Wärmedurchlasswiderstand kleiner 0,75 m²K/W)	100
2	Außenbeplankung von Außenwänden allgemein	100
3.1.1	Obere Beplankung von Dächern mit aufliegender Wärmedämmschicht	20
3.1.2	Obere Beplankung von Dächern ohne aufliegende Wärmedämmschicht	100 G
3.2.1	Geneigtes Dach mit Dachdeckung	100
3.2.2	Flachdach mit Dachabdichtung	100 G
3.3.1	Dachquerschnitt unterhalb der Beplankung oder Schalung nicht belüftet, Beplankung oberseitig mit wasserabweisender Folie abgedeckt	100 G
3.3.2	Dachquerschnitt unterhalb der Beplankung oder Schalung nicht belüftet, keine dampfsperrenden Schichten unterhalb der Beplankung, Wärmeschutz oberhalb der Beplankung	100

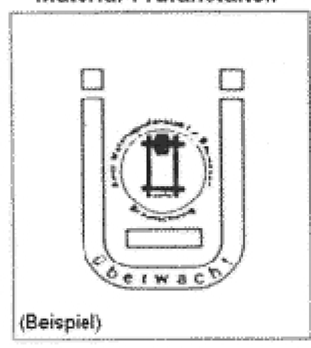
Quelle: In Anlehnung an DIN 68800-2, Mai 1996

Prüfkennzeichen

ES dürfen nur Holzschutzmittel mit einem **amtlichen Prüfkennzeichen** verwendet werden. Die Prüfanforderungen des RAL gewährleisten zudem, dass das Mittel eine ausreichende Fixierung aufweist und nach dem **Stand der Technik** umweltverträglich ist. Mittel mit dem Kennzeichen des blauen Engels haben keine chemischen Wirkstoffe, sondern dienen vor allem dem Witterungsschutz des Holzes, damit dessen Auffeuchtung vermindert wird.

Bild: Übersicht der Qualitätszeichen für Holzschutzmittel

Amtliches Zeichen der Material-Prüfanstalten



- Für vorbeugende Holzschutzmittel zur Anwendung auf tragenden/aussteifenden Bauteilen
- Für Brandschutzbeschichtungen für Holz und Stahl

Zeichen der Gütegemeinschaft Holzschutzmittell e.V.



- Für vorbeugende Holzschutzmittel zur Anwendung auf nichttragenden Bauteilen
- Für bekämpfende Holzschutzmittel zur Anwendung auf tragenden und nichttragenden Bauteilen

Jury-Umweltzeichen des Umwelt-Bundesamtes "Blauer Engel"



- Für schadstoffarme Lacke, Holzveredelungs- und Wetterschutzmittel. Kennzeichnung gemäß Vergaberichtlinie RAL - UZ 12a.

Resistenzklasse

Entsprechend der Widerstandsfähigkeit der einzelnen Holzarten gegenüber tierischen und pflanzlichen Schädlingen werden diese in 5 verschiedene Resistenzklassen eingeteilt. Während für die Resistenzklasse 1 die höchsten Anforderungen gelten, bietet die Klasse 5 nur einen sehr geringen Schutz. Die Resistenz eines Holzes wird im Wesentlichen von den Holzinhaltsstoffen bestimmt. Sie stellen mehr oder weniger starke biologische Gifte dar, um sich der Schädlinge erwehren zu können.

Entsprechend der Gefährdungsklasse werden die jeweiligen Anforderungen an die Wirksamkeit der eingesetzten Holzschutzmittel vorgegeben. **Auf einen chemischen Holzschutz kann verzichtet werden, wenn eine der Gefährdungsklasse entsprechende Holzart gewählt wird**:

Gefährdungsklasse **1**	Kernhölzer mit max. 10 % Splintanteil
Gefährdungsklasse **2**	Splintfreie Kernhölzer der Resistenzklasse 1, 2 oder 3
Gefährdungsklasse **3**	Splintfreie Kernhölzer der Resistenzklasse 1 oder 2
Gefährdungsklasse **4**	Splintfreie Kernhölzer der Resistenzklasse 1

Die Resistenzklassen sind in der Norm EN 350-2 für die verschiedenen Holzarten aufgeführt. Die Hölzer werden dabei in 5 verschiedene Klassen eingeteilt. Die Klasse 1 weist die höchste, die Klasse 5 die geringste Resistenz auf:

Resistenzklasse **5**	• Ahorn • Erle • Birke • Buche • Esche • Wawa
Resistenzklasse **4**	• Fichte • Tanne • Kiefer • Limba

	• Hemlock • Rüster • Gaboon • Meranti (Rohdichte kleiner 0,49 g/l)
Resistenzklasse **3**	• Lärche • Douglasie • Nussbaum
Resistenzklasse **2**	• Eiche • Red Cedar • Bubinga • Bongossi • Wenge • Bankirai • Meranti (Rohdichte größer 0,5 g/l)
Resistenzklasse **1**	• Afzelia • Teak • Iroko • Kampala • Mansonia • Robinie

Die höherwertigen Hölzer sind überwiegend Tropenhölzer. Sie haben besondere Inhaltsstoffe, die sie vor Insekten- und Pilzbefall schützen. Robinie ist das einzige europäische Laubholz der Resistenzklasse 1. Als Nadelholz hat Western Red Cedar die höchste Resistenz.

Gefährdungsklasse 0

Im modernen Holzhausbau sind inzwischen eine Vielzahl von Konstruktionen entwickelt worden, die eine Einstufung aller Holzbauteile in die **Gefährdungsklasse** 0 ermöglichen. Auf einen zusätzlichen chemischen Holzschutz kann dann verzichtet werden. Im Folgenden werden die wesentlichen Voraussetzungen zusammengefasst, die für eine solche Einstufung erforderlich sind.

- Besondere bauliche Maßnahmen
- Außenwände GK 0
- Geneigte Dächer GK 0
- Flachdächer GK 0
- Decken GK 0 unter nicht ausgebauten Dachgeschossen
- Holzbauteile GK 0 in Nassbereichen

Detaillierte Konstruktionshinweise zur Sicherstellung der Gefährdungsklasse 0 können in der Broschüre "Baulicher Holzschutz" oder in der "Holzschutz-CD" des Informationsdienstes Holz nachgelesen werden.

Besondere bauliche Maßnahmen

In der Norm 68800-2 werden die allgemeinen Voraussetzungen beschrieben, damit eine Gefährdung des Holzes ausgeschlossen werden kann.

Vermeidung von unkontrollierbarem Insektenbefall

Ein **unkontrollierbarer Insektenbefall wird vermieden, wenn keine Eiablage erfolgen kann**, d.h. die Käferweibchen keinen Zugang zum Holz haben. Dies wird verhindert, wenn

- die Abdeckungen zu beiden Seiten der einzelnen Holzbauteile insektenundurchlässig ausgebildet sind und
- evtl. Hohlräume im Bauteilquerschnitt von der Außenluft für Insekten unzugänglich sind.

Insektenundurchlässig bedeutet nicht "luftdicht", da es nur darauf ankommt, dass keine Insektenweibchen durch diese Abdeckung an die Konstruktionshölzer kommen. Dafür kommen Folienabdichtungen, gespachtelte Gipsbauplatten sowie Schalungsbretter mit Nut und Feder-Verbindungen in Betracht.

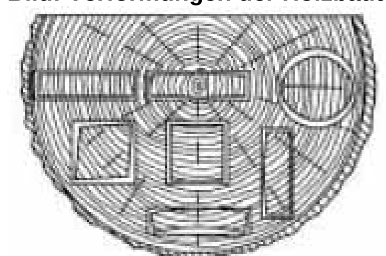
Eine **Belüftung ist dann nicht mehr möglich.** So genannte lüftungsoffene, engmaschige Netze haben sich in der Praxis für eine ausreichende Insektenabdichtung nicht bewährt!

Ausreichend trockenes Bauholz

Trockenes Holz mit einer Holzfeuchte von weniger als 20% ist eine **wesentliche Voraussetzung für die Qualität** von Holzbauten.

- Die **Holzbewegungen durch Schwinden und Quellen** wird deutlich verringert.
- **Wärmedämmung und Luftabdichtungen bleiben dicht am Holz**, es entstehen keine Spalten, deren Durchströmung zu erhöhter Konvektion und Tauwasserbildung im Baukörper führen kann (Näheres hierzu unter Zimmerer > Produktverantwortung > Gesundes Wohnen > Raumklima)
- **Vermeidung von Verdrehungen** und Quetschungen von Putz und Bekleidungen
- Trockenes Bauholz bietet für **holzzerstörende Pilze und Insekten keine Lebensgrundlage**.
- Holzzerstörende Insekten legen bevorzugt ihre Eier ab, wo sich Risse durch nachträgliche Trocknung ergeben. Die **Befallswahrscheinlichkeit sinkt deutlich**, wenn ausreichend trockenes Holz verwendet wird.
- Die meisten Hersteller von Oberflächenbeschichtungen weisen in ihren technischen Unterlagen darauf hin, dass die Holzfeuchte für eine **optimale Haftung und Eindringtiefe der Beschichtungsmittel** deutlich unter 20 % liegen sollte.

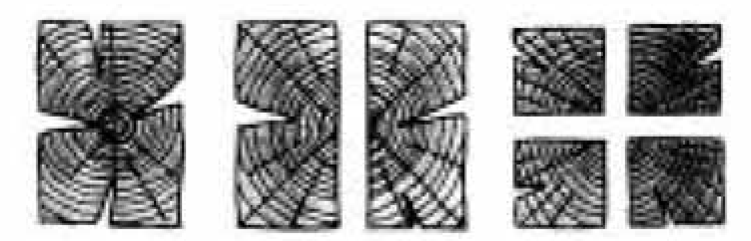
Bild: Verformungen der Holzbauteile durch Quellen und Schwinden



Quelle: Merkblatt "Argumente für trockenes Bauholz", 12/2002

Grundsätzlich ist die Verwendung von **mindestens herzgetrennten, besser jedoch herzfreien Querschnitten** zu empfehlen. Als Herz wird im Baustamm der Bereich unmittelbar um die Markröhre im Zentrum des Querschnitts bezeichnet. Die Spannung im Holz wird dadurch deutlich verringert und die Rissbildung herabgesetzt.

Bild: Herzfreies Auftrennen von Balken zur Verringerung der Rissbildung



Quelle: Merkblatt "Argumente für trockenes Bauholz", 12/2002

Konstruktionsvolholz (KVH) ist ein besonders vergütetes Bauholz, das durch eine technische Trocknung und besondere Einschnitt- und Verleimtechniken eine deutlich höhere Holzqualität sicherstellt. Das Schwind- und Quellverhalten wird dadurch wesentlich reduziert. Konstruktionsvollholz wird bauaufsichtlich überwacht und muss mit einem Ü-Zeichen versehen sein.



Bild: Konstruktionsvollholz KVH



Wetterschutz

Die Holzbauteile müssen vor direkter Feuchteeinwirkung, insbesondere in den Anschlüssen, ausreichend geschützt werden. Dazu werden in der Norm bestimmte Konstruktionsvorgaben gemacht. Andere Ausführungen als in der Norm 68800-2 sind nur möglich, wenn ein rechnerischer Nachweis darüber erbracht werden konnte, dass die Zuordnung zur Gefährdungsklasse 0 eingehalten wurde.

Diffusionsoffene Außenhaut

Die Außenschicht von Außenwänden und Dächern muss diffusionsoffen ausgebildet sein, damit ein Austrocken von Feuchtigkeit im Baukörper immer möglich ist. Dies ist der Fall, wenn die verwendete Außenbekleidung einen s_D-Wert von weniger als 0,2 m aufweist.

Luftdichtheit

Raumseitig müssen die Bauteile luftdicht ausgebildet sein. Jede ungeplante Öffnung führt zu einem unkontrollierten Eintrag von feuchter Luft in den Bauteilquerschnitt durch Wasserdampfkonvektion. Näheres zum Thema Luftdichtheit kann unter Zimmerer > Produktverantwortung > Gesundes Wohnen > Raumklima nachgelesen werden.

Wärmedämmschicht in den Gefachen

Ohne eine ausreichende Wärmedämmung kann es keine Gefährdungsklasse 0 geben. Der dafür eingesetzte Dämmstoff muss folgenden Anforderungen genügen:

- Kleine **Diffusionswiderstandszahl** von $\mu = 1$
- Ausreichende **Elastizität**, um eventuelle Hohlräume sicher abzuschließen
- **Kein hohes Feuchtespeicherpotenzial**, um eventuell auftretende Feuchte sicher abzuleiten und nicht zu speichern
- Ausreichende **Gefügesteifigkeit** der Dämmschicht, um Fugenbildungen zu vermeiden

Für mineralische Faserdämmstoffe nach DIN 18165-1 gelten diese Voraussetzungen als erbracht. Andere Dämmstoffe müssen dafür zugelassen sein. Weitere Informationen dazu können unter Zimmerer > Materialien > Dämmstoffe nachgelesen werden.

Außenwände GK 0

Zur Vermeidung von Insektenbefall dürfen die **Wandgefache nicht belüftet sein**. **Vorhangschalen können allerdings hinterlüftet werden**, da sie nicht gegen Insekten geschützt werden brauchen. Zudem wird so sichergestellt, dass dort evtl. eingedrungene Feuchtigkeit schnell wieder entweichen kann. Dadurch kann die Schalung wie auch die verwendete Lattung der GK 0 zuordnet werden.

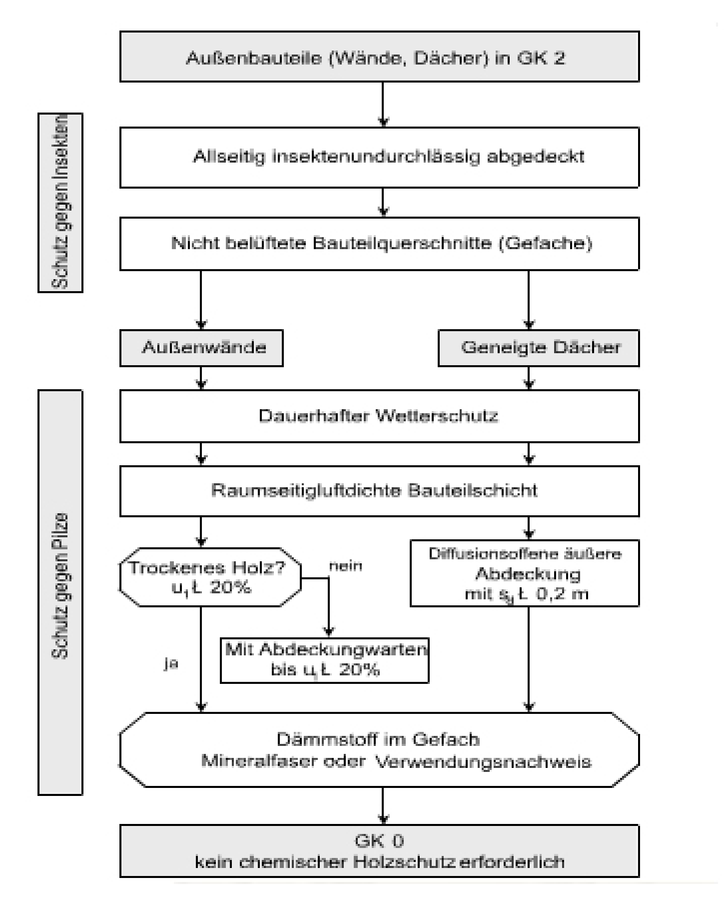
Der Wetterschutz muss vollflächig den Eintritt von Regenwasser verhindern. Besondere Sorgfalt ist dabei auf den **dichten Anschluss von Fenstern und Türen** zu legen. **Größere Dachüberstände** können die Beanspruchung durch Schlagregen deutlich verringern.

Da Außenwände häufig mit einer diffusionshemmenden Abdeckung (s_d-Wert größer 0,2 m) wetterseitig ausgestattet sind, müssen die verwendeten **Konstruktionshölzer unbedingt eine Holzfeuchte von weniger als 20%** aufweisen.

Die Anordnung zusätzlicher Schichten an der Raumseite der Bauteile ist möglich, solange sich daraus keine Tauwassergefahr ergibt. **Installationsebenen** zur Aufnahme von Elektro- oder Sanitärleitungen sind zwar mitunter kostenaufwändig, stellen jedoch die sicherste Ausführung einer luftdichten Abdichtung dar.

Die **Schwellen der Erdgeschosswände** sind besonders gefährdet, da sie sich in unmittelbarer Nachbarschaft des Erdreichs befinden. Hier kann der Einsatz von Holzschutzmitteln durch die Verwendung von splintfreier Kiefer oder Lärche vermieden werden.

Bild: Checkliste Außenwände



Quelle: Informationsdienst Holz, Holzschutz-CD, 2004

Geneigte Dächer GK 0

Zur Sicherstellung eines ausreichenden Insektenschutzes dürfen die **Dachquerschnitte nicht belüftet** sein.

Für einen **ausreichenden Wetterschutz sind die Fachregeln des Zentralverbands des Deutschen Dachdeckerhandwerks** anzuwenden.

Besondere Sorgfalt ist der **Abdichtungen von Durchdringungen** wie z.B. Lüftungsrohren, Schornsteinen usw. zu widmen. Auch die Folienübergänge insbesondere zu den Giebelwänden und Fensteranschlüssen sind komplett abzudichten.

Die **oberseitige Abdeckung sollte in jedem Fall diffusionsoffen** sein mit einem s_D-Wert von weniger als 0,2 m, um insbesondere während der Bauphase eine ausreichende Abgabe ungewollter Feuchte aus den Dachquerschnitten zu ermöglichen. Der Hohlraum über der oberen Abdeckung der Sparren (Konterlattenebene) muss zum Feuchteschutz der dort angeordneten Lattung in jedem Fall belüftet sein. Diese Holzteile brauchen jedoch nicht gegen Insekten geschützt zu werden.

Raumseitig sollte die dampfsperrende Wirkung der Abdeckung nicht größer als der Faktor 10 der außenseitigen Beplankung sein. Sie muss diffusionhemmend mit einem Diffusionswiderstand s_D von weniger als 2 m sein. Auch die Austrocknung zur Raumseite bleibt damit grundsätzlich möglich.

Sofern die Traufpfetten auf einem Mauerwerk aufgebracht werden, gelten die gleichen Einschränkungen wie bei den Wandfußpunkten von Außenwänden. Hier empfiehlt sich der Einsatz von splintfreiem Kiefern- oder Lärchenholz.

Flachdächer GK 0

Flachdächer über beheizten Aufenthaltsräumen mit sichtbaren Deckenbalken benötigen keine zusätzlichen konstruktiven Maßnahmen, um der Gefährdungsklasse 0 zugeordnet zu werden.

Bei raumseitiger Bekleidung sind die gleichen Anforderungen einzuhalten wie sie für Außenwände beschrieben worden sind. Um eine ausreichende Austrocknungskapazität sicherzustellen kommt der **möglichst diffusionsoffenen Ausbildung der Abdeckung an der Unterseite des Flachdaches** besondere Bedeutung zu.

Konstruktionen mit beiderseits angeordnete Dampfsperren (s_D-Wert von mehr als 1500 m) fallen in jedem Fall unter die Gefährdungsklasse 2. Diese **haben sich in der Praxis nicht bewährt**, da der chemische Holzschutz bei solchen Bauteilquerschnitten bei ungewollt auftretender Feuchte nicht in der Lage ist, allgemeine Bauschäden zu verhindern.

Decken GK 0 unter nicht ausgebauten Dachgeschossen

Decken sind zwar keine direkten Außenbauteile. Sie haben sich aber in der Praxis trotzdem oft als schadensträchtig erwiesen, da es aufgrund der Luft, die aus den warmen Wohnbereichen in das kühle Dachgeschoss zieht, häufig zur Bildung von Tauwasser kam. Deshalb ist vor allem die luftdichte Ausbildung der Deckenunterseite sehr wichtig.

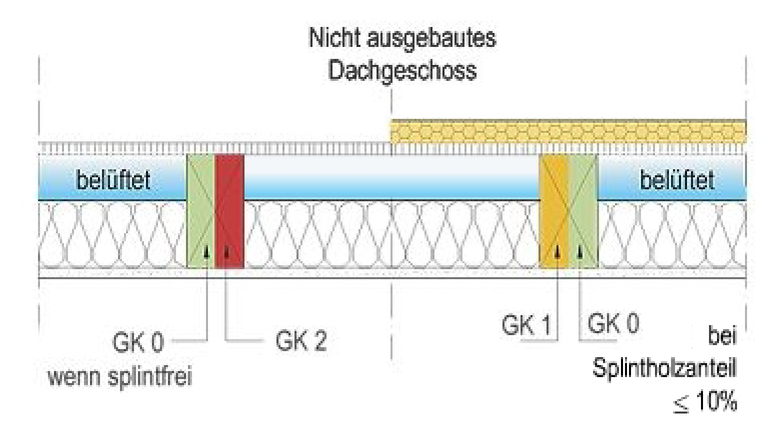
Ansonsten gelten für die Ausbildung der Decken unter nicht ausgebauten Dachgeschossen vergleichbare Bedingungen wie bei Außenwänden.

Zusätzliche Schichten an der Deckenunterseite sind ohne Probleme möglich, sofern sie bezüglich des Tauwasserschutzes für den Gesamtquerschnitt unbedenklich sind.

Eine gute **Wärmedämmung an der Deckenoberseite** gewährleistet nicht nur, dass der Energieverbrauch sinkt, sondern auch, dass kein Tauwasser an der Oberfläche der Deckenunterseite entstehen kann. Um **wesentliche Energieeinsparpotenziale** zu erschließen, gibt die Energieeinsparverordnung dies als verbindliche Nachrüstung für Altbauten vor.

Bei belüfteten Deckengefachen (s. Zeichnung unten) ergeben sich zusätzliche Gefährdungspotenziale. Zum einen ist auch hier der Insektenschutz nicht gewährleistet, zum anderen kann bei fehlender oberseitiger Wärmedämmung eine Auffeuchtung der Deckenbalken infolge von Tauwasserbildung nicht ausgeschlossen werden. Die Holzbalken müssten dann der Gefährdungsklasse 2 zugeordnet werden.

Bild: Gefährdungsbereiche bei belüfteten Deckenkonstruktionen



Quelle: Informationsdienst Holz, Holzschutz-CD, 2004

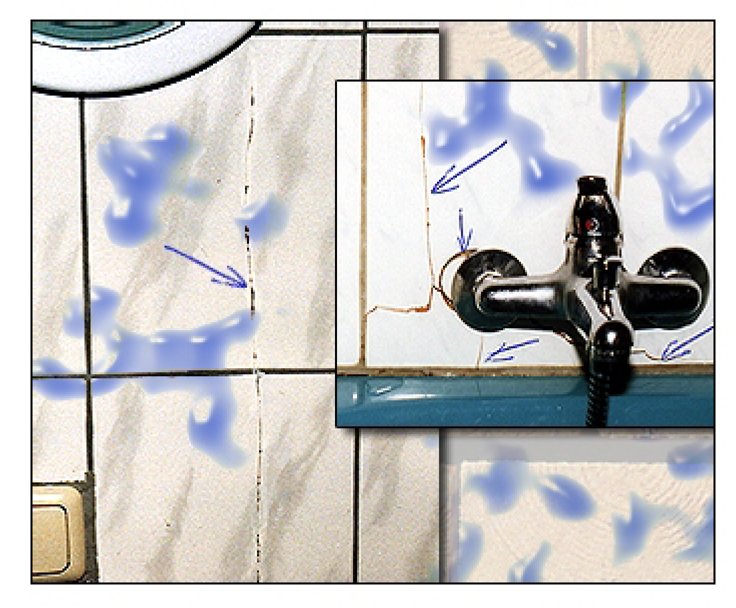
Holzbauteile GK 0 in Nassbereichen

Unter Nassbereichen versteht man Bereiche, die nutzungsbedingt mehr oder weniger häufig durch Spritzwasser beansprucht werden. Auch hier ist die Einstufung in die Gefährdungsklasse 0 durch konstruktive Maßnahmen möglich. Die **Bauteiloberflächen** müssen derart ausgebildet sein, dass sie auch im Bereich von Durchdringungen von Armaturen oder Anschlüssen **gegen eindringendes Wasser dauerhaft dicht ausgebildet** sind.

Wo dies z.B. bei Holzbalkendecken unter Duschen oder Wannen nicht vollständig möglich ist, dürfen die Bauteile durch eindringende Feuchte nicht gefährdet werden. **Kleinere Feuchtemengen müssen aus dem Bauteilquerschnitt schnell wieder ausdiffundieren können**. Es ist deshalb nicht zweckmäßig, die Bauteile wasserundurchlässig abzudecken, da es ansonsten bei einem ungewollten Feuchteanfall zu einer unübersichtlichen Feuchtewanderung innerhalb des Fußbodens kommen kann.

Größeren Feuchtemengen müssen umgehend sichtbar werden, sodass im Ernstfall eine unverzüglich Behebung des Schadens möglich ist. In den Deckenquerschnitten dürfen deshalb keine feuchtespeichernden Materialien angeordnet sein. Extrem ungünstig haben sich hier die früher oft verwendeten Schüttstoffe aus Bims erwiesen. **Geeignete Konstruktionen sind in der Informationsschrift "Bauteile in Nassbereichen" des Informationsdienstes Holz im Detail beschrieben.**

Bild: Feuchteeintritt in Nassbereichen



Quelle: Informationsdienst Holz, Holzschutz-CD, 2004

Konstruktiver Holzschutz

Die wesentlichen **Ansatzpunkte für einen konstruktiven Holzschutz** lassen sich wie folgt beschreiben:

- Bevor das Holz verbaut wird, muss es dem Einsatzort angepasst die geeignete Holzfeuchte aufweisen. Die **richtige Holzlagerung und -trocknung ist damit die erste wesentliche konstruktive Maßnahme** zur Vermeidung von Holzschäden.

Bild: Einbaufeuchte von Holzteilen



Quelle: Informationsdienst Holz, Holzschutz-CD, 2004

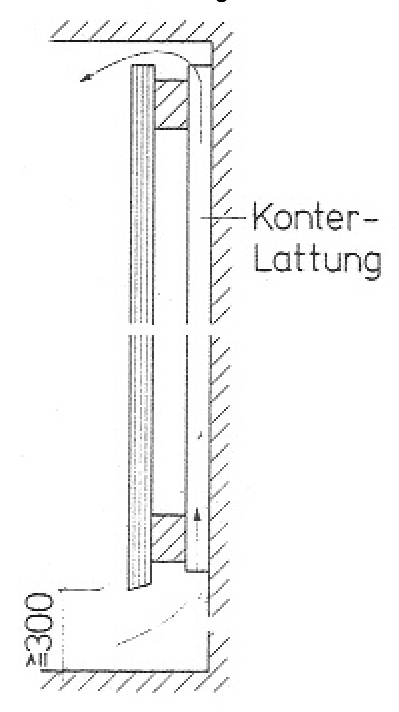
- Durch **geeignete Einschnittarten kann die Rissbildung deutlich gemindert werden**. Dabei gilt es, den Anteil von Splintholz zu minimieren. Für Insekten verringert dies die Möglichkeiten der Eiablage und vermeidet potenzielle Feuchtenester. Damit wird die Gefahr eines sicherheitsgefährdenden Bauschadens geringer.
- Konstruktiver Holzschutz muss **sicherstellen, dass sich die Feuchtigkeitsverdunstung aus den Innenräumen nicht in der Gebäudekontruktion ansammeln** kann und zu Feuchteschäden führt. Dies setzt eine optimale Luftdichtung und die Vermeidung von Wärmebrücken voraus. Weitere Informationen dazu finden sich auf den Seiten Zimmerer > Produktverantwortung > Gesundes Wohnen >Schimmel und Zimmerer > Produktverantwortung > Gesundes Wohnen > Raumklima.
- **Das Holz muss vor stehender Nässe geschützt werden**. Überall dort, wo Feuchtigkeit in das Holz eindringen kann, sollte sie möglichst schnell durch eine ausreichende Belüftung wieder abgeführt werden. Wenn die Feuchtigkeit sich ansammelt, fördert dies die Pilzbildung und Verrottung des Holzes.
- Durch **formgebende Maßnahmen** soll der auftreffende Regen möglichst schnell abfließen können, damit die lasierten Schutzschichten nicht zu stark beansprucht werden. **Tropfkanten** verhindern das langsame aber unaufhaltsame Eindringen von an der Fassade herunterlaufendem Wasser in die Konstruktion. Besonders bei anhaltendem Regen wird so die Fassade mit geringstem konstruktiven Aufwand sehr wirksam geschützt.
- Holz nimmt über das Hirnholz besonders leicht Feuchtigkeit auf. Um daraus resultierende Rissbildung zu vermeiden, soll die **Feuchtigkeitsbelastung von Hirnholz durch konstruktive Maßnahmen verringert** werden.

Innenbereich

Im Bad oder in der Küche treten typischerweise stoßweise besondere Feuchtebelastungen auf. Aber auch in eher kühlen Räumen wie im Keller liegt eine erhöhte Luftfeuchtigkeit vor. In diesen Bereichen sollten folgende konstruktiven Holzschutzmaßnahmen berücksichtigt werden:

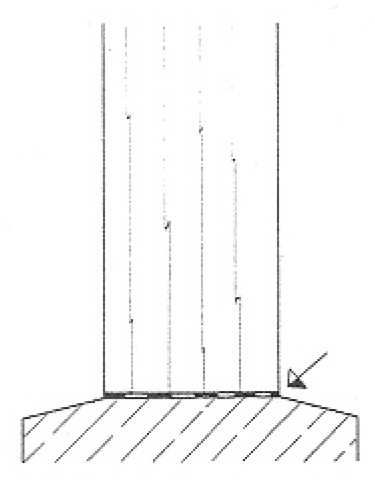
- **Holzverkleidungen so hinterlüften, dass eine vertikale Durchströmung möglich ist.**

Bild: Hinterlüftung einer Holzverkleidung



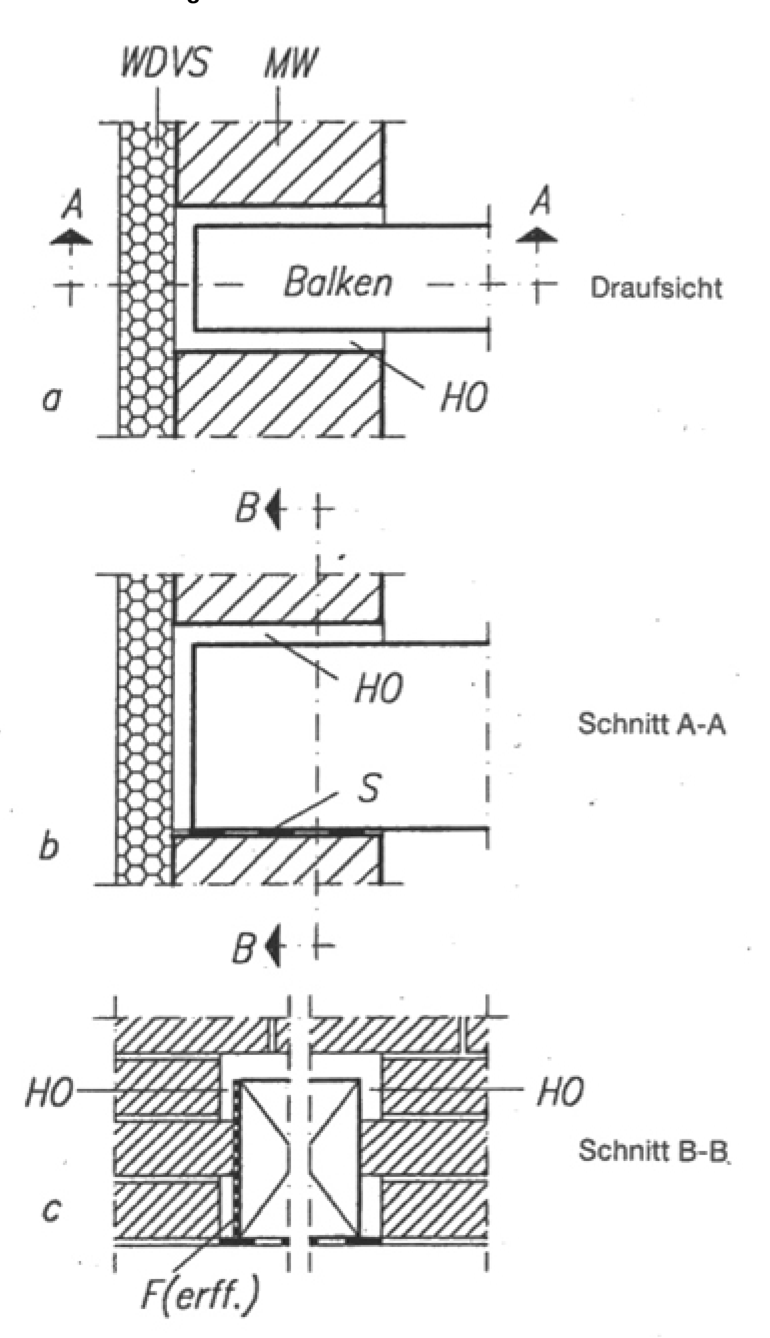
- Bei der Verkleidung von Sanitäreinrichtungen und Rohren ist zur Vermeidung von Kondensatbildung auf **ausreichende Wärmedämmung** und Abdichtung der Teile zu achten.
- Aufsteigende Feuchte aus Fundamenten und Mauern ist durch **Dichtungsbahnen im Auflager** zu verhindern.

Bild: Dichtungsbahnen im Auflager auf Mauerwerk oder Beton



- **Ausreichend getrocknetes Holz** (Holzfeuchte ca. 9%) verwenden
- In feuchtebelasteten Bereichen **auf Splintholz verzichten**
- **Balkenauflager nicht "zumauern"**

Bild: Balkenauflager



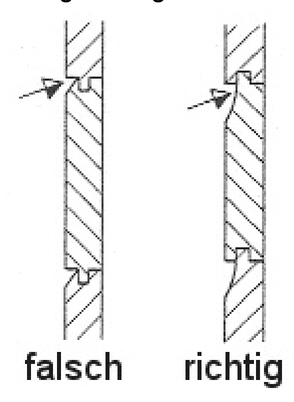
HO = Hohlraum, S = Sperrschicht, F = Folie **diffusionsoffen**

Außenbereich

Im Außenbereich ist die Belastung des Holzes durch Luftfeuchtigkeit, Bewitterung und Regen deutlich erhöht. Um den Einsatz von Holzschutzmitteln zu minimieren sollte hier immer auf einen ausreichenden **konstruktiven Holzschutz** geachtet werden.

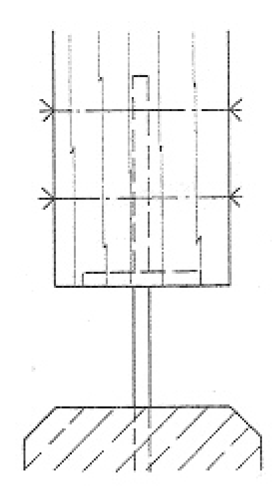
- **Höherresistente Hölzer** einsetzen.
- **Abgeschrägte Flächen**, um das Wasser ablaufen zu lassen.
- Bei **Fassadenverkleidungen** muss die Nut nach unten weisen, um das Eindringen von Regenwasser zu vermeiden.

Bild: Abgeschrägte Flächen an Fassadenelementen



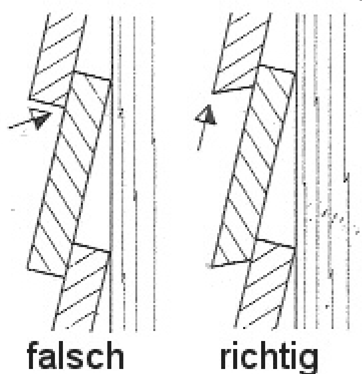
- **Niederschlagswasser bzw. Spritzwasser** sollte die Holzteile nicht berühren, deshalb Pfosten auf ausreichend hohe Metallstützen setzen.

Bild: Stützenfüße



- **Stützenfüße** besser verdübeln, anstatt sie mit Stahlschuhen zu umfassen.
- Witterungsbelastetes **Hirnholz abdecken**.
- **Abrisskanten für ablaufendes Wasser** schaffen, damit es nicht in die Konstruktion hineinlaufen kann.

Bild: Abrisskanten an einer Stülpschalung



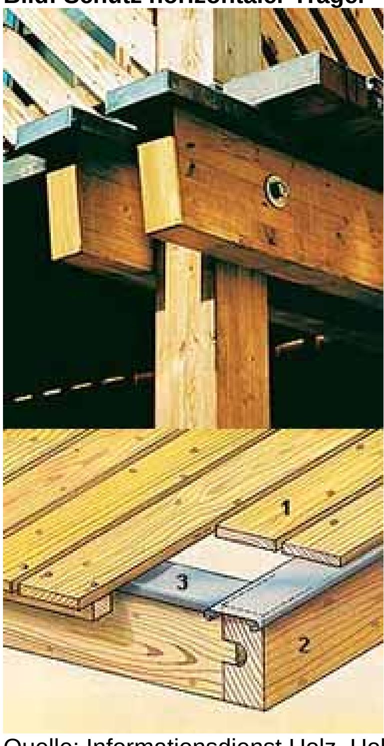
- **Holzverkleidungen vertikal hinterlüften (s.o.) und auf ausreichenden Bodenabstand achten (größer 30 cm).**
- **Schutz horizontaler Tragglieder auf Balkonen und Terassen**

Horizontale Träger sollten einteilig und an der wetterabgewandten Seite an die Stützen angeschlossen und durch Blech oder eine 1,2 mm starke Kunststoffolie abgedeckt werden. Die Hirnholzenden sind durch Überstände zu schützen. Der Belag sollte nicht durch die Blechabdeckung hindurch mit den tragenden Balken verbunden, sondern lose auf die Blechabdeckung gelegt und durch untere Leisten seitlich angeschraubt werden.

Die darauf liegenden Bohlen als Trittfläche sollten einen Abstand von wenigstens 8 Millimeter aufweisen, damit das Wasser ausreichend abfließen kann und die Holzteile genug Luft zum Quellen und Schwinden haben.



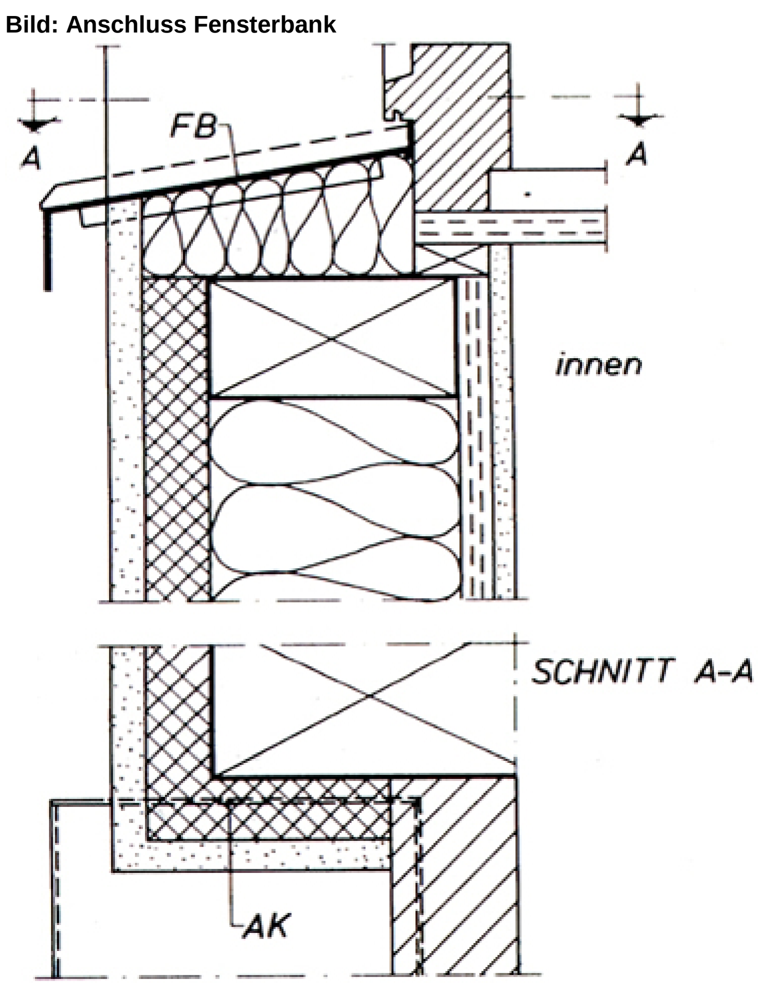
Bild: Schutz horizontaler Träger



Quelle: Informationsdienst Holz, Holz im Außenbereich, S. 9, 2001

- Richtiger **Einbau von Fensterbänken**, um ein Eindringen des ablaufenden Regenwassers in die Baukonstruktion zu verhindern. Die seitliche Aufkantung der Fensterbank verläuft hinter der wasserführenden Oberfläche der Außenwand.

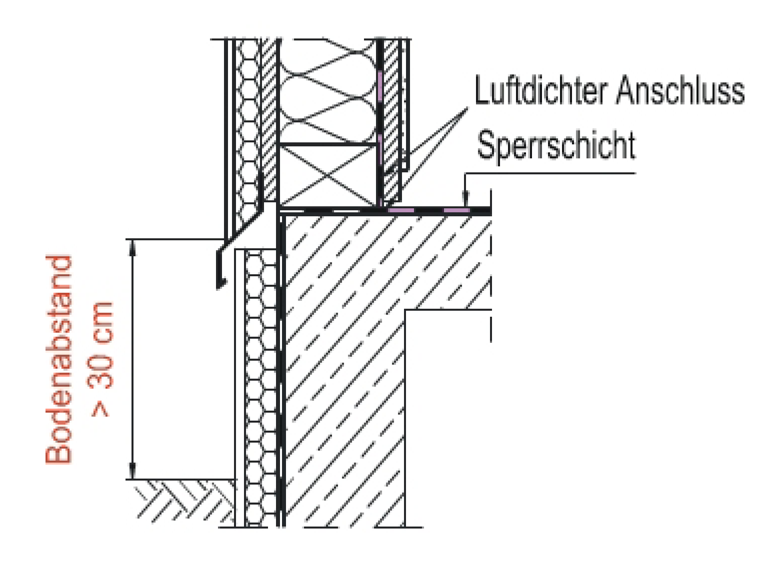
Bild: Anschluss Fensterbank



Quelle: Baulicher Holzschutz, Informationsdienst Holz, Juli 2001, S. 26

Wegen der unmittelbaren Nähe der Schwellen von Außenwänden zum Erdreich oder zu Bereichen mit hoher Feuchtebeanspruchung (Spritzwasser) sind diese zunächst in die **Gefährdungsklasse** 2 einzustufen. Durch den Einsatz von splintfreien Nadel-Kernhölzern kann aber auf einen vorbeugenden chemischen Holzschutz verzichtet werden.

Bild: Beispiel für Anschluss Wandfußpunkt - Außenwand



Quelle: Informationsdienst Holz, Holzschutz-CD, 2004

- **Mit scharfem Werkzeug arbeiten!** Stumpfe Werkzeuge reißen die Poren stärker auf und erleichtern die Wasseraufnahme.

- **Alle Kanten** zur besseren Haftung des Anstrichs mit einem Radius von **mindestens 2 mm abrunden**.

Chemischer Schutz

Vorbeugende chemische Schutzmaßnahmen kommen nur zu Anwendung

- wenn alle baulichen Möglichkeiten des Holzschutzes ausgeschöpft wurden oder konstruktionsbedingt nicht mögich sind,
- wenn entsprechend dauerhafte Holzarten nicht in ausreichender Menge oder Qualität zur Verfügung stehen.

Der Einsatz von Holz in tragenden und aussteifenden Konstruktionen erfordert Holzschutzmaßnahmen, die in der DIN 68800 vorgeschrieben werden. Nach Auffassung der Norm sollten dabei "Ausführungen ohne chemischen Holzschutz ... gegenüber jenen bevorzugt werden, bei denen ein vorbeugender chemischer Holzschutz erforderlich ist."

Wenn kein chemischer Holzschutz vorgeschrieben ist, so stellt die Begiftung des Holzes sogar ein Mangel im Sinne der VOB dar, wenn sie trotzdem durchgeführt wird. Der Bauherr kann sogar Schadensersatz fordern, wenn z.B. Dachlatten, Sparschalungen oder entsprechend verbaute tragende Holzteile entgegen dem **Stand der Technik** mit Holzschutzmitteln behandelt wurden. Er kann verlangen, dass die entsprechenden Hölzer durch unbehandelte ersetzt werden, da er sonst eventuell einen Schaden in Form von erhöhten Entsorgungskosten hat.

Die **Holzverfärbung durch Bläuepilze stellt in erster Linie eine optische Beeinträchtigung** dar. Der Bläuepilz beeinflusst nicht die Zellstrukturen und somit auch nicht die Festigkeit des Holzes. Das Holz nimmt allerdings in bläubefallenen Bereichen die Feuchtigkeit leichter auf, es wird poröser. Dies erleichtert den weiteren Befall durch holzzerstörende Pilze.

Wenn auf **Wunsch des Kunden von den Vorgaben der Norm abgewichen wird, sollte dies schriftlich ausdrücklich festgehalten** werden, um nachträglichen Reklamationen vorzubeugen.

Bei tragenden Teilen sind die Vorgaben eines ausreichenden Holzschutzes entsprechend den Vorgaben der DIN 68800-3 zwingend vorgeschrieben. Für sonstige nicht tragende Holzbauteile wie Verkleidungen, Pergolen u.ä. ist im Einzelfall zu vereinbaren, ob chemische Schutzmaßnahmen vorgenommen werden sollen. Maßgebend hierfür sind im Wesentlichen

- Ausmaß der Gefährdung entsprechend der Gefährdungsklasse
- Wert oder Bedeutung der Holzbauteile
- Kundenpräferenzen

Im Bereich der nicht tragenden Holzbauteile besteht somit ein größerer Spielraum, im konkreten Anwendungsfall mit dem Kunden eine geeignete Lösung abzustimmen. Für die Behandlung mit Holzschutzmitteln sollte dabei ausschließlich auf Produkte mit einem Prüfkennzeichen zurückgegriffen werden.

Im Innenbereich sollte ausschließlich auf konstruktiven Holzschutz gesetzt werden. Lediglich für Abachi, Limba und Eichensplintholz wird ein **insektizides** Mittel gegen **Lyctusbefall** empfohlen, der verstärkt durch Tropenholzimporte aber auch als "Reisemitbringsel" in westeuropäische Gefilde gelangt.

Gefährdung durch Insekten

Überall dort, wo Insekten in die Holzkonstruktion eindringen können, ohne dass dies optisch kontrolliert werden kann, bedarf es eines vorbeugenden Insektenschutzes.

Durch die **Belüftung von Außen- oder Dachflächen** ist immer auch der Zugang für Insekten möglich, ohne dass dies ausreichend kontrolliert werden kann.

Rissbildungen von Holzbalken, Schwinden und Verwerfungen können Insekten ungeplant den Zugang zu Bereichen ermöglichen, wo eine Eiablage möglich ist.

Bei der Abdeckung des Dachstuhls mit Platten oder Folien kann es **auf der Baustelle zu Verarbeitungsfehlern** kommen, die den Insekten einen Zugang ermöglichen. Vor allem im Bereich der Schornsteine, Traufen oder Dachflächenfenster muss darauf besonders geachtet werden.

Die **Kontrollierbarkeit eines Bereiches allein ermöglicht nicht immer eine ausreichende Erreichbarkeit**, um im Schadensfall Gegenmaßnahmen vornehmen zu können. Die Konstruktion legt häufig fest, ob Bekämpfungsmaßnahmen grundsätzlich möglich sind.

Bild: Schadinsekten im Holz



Quelle: Informationsdienst Holz, Holzschutz-CD, 2004

Gefährdungen durch Pilze

Wenn die Holzfeuchte nicht langfristig über 20% liegt, ist mit einem Pilzbefall nicht zu rechnen. Insbesondere im **Außenbereich oder bei Balkonen und Pergolen muss aber mit einer solchen Befeuchtung gerechnet** werden. Ohne einen ausreichenden Imprägnierschutz kommt es dort sehr häufig zu gravierenden Holzschäden.

Bild: Holzschaden durch fehlende Holzschutzgrundierung



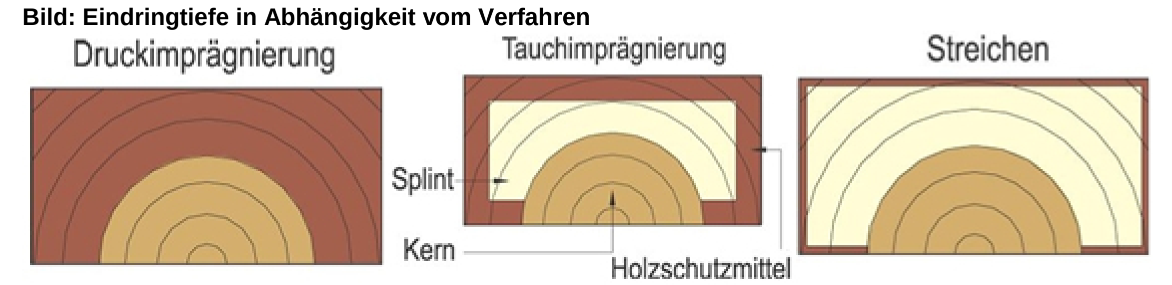
Quelle: Mikado, 3/2003

Löcher und Risse in der raumseitigen luftdichten Schicht können zu erheblichen lokalen Durchfeuchtungen führen, wenn durch sie warme Luft aus den Innenräumen in die Baukonstruktion gelangt. Dies darf aber **nicht dazu führen, "vorsichtshalber" die Hölzer mit einem Holzschutzmittel zu imprägnieren, sondern verdeutlicht, dass die Qualität der Verarbeitung für die Bausubstanz ganz wesentlich** ist. Mit Hilfe eines Blower-Door-Tests kann die Luftdichtheit eines Gebäudes überprüft werden. Weitere Hinweise zum Thema Luftdichtheit können unter Zimmerer > Produktverantwortung > Gesundes Wohnen > Raumklima nachgelesen werden.

Verarbeitung

Entsprechend den Gefährdungsklassen wird in den Prüfmittelbescheiden vorgegeben, welche **Mindesteindringtiefe** im Holz jeweils erreicht werden muss. Diese ist abhängig vom eingesetzten Verfahren. Wie die folgende Grafik verdeutlicht, wird bei einer Kesseldruckimprägnierung die höchste, bei Streichen die geringste Eindringtiefe erreicht. **Ab der Gefährdungsklasse 3 muss das Holz mit einer Kesseldruckimprägnierung behandelt werden, um ausreichenden Holzschutz zu gewährleisten.**

Bild: Eindringtiefe in Abhängigkeit vom Verfahren



Quelle: Informationsdienst Holz, Holzschutz-CD, 2004

Zudem unterscheiden sich die Hölzer erheblich im Hinblick darauf, ob sie für eine Tränkung mit Holzschutzmittel geeignet sind. Die folgende Tabelle listet die **Tränkbarkeit für verschiedene Nadelhölzer** auf (1 = gut tränkbar, 2 = mäßig tränkbar, 3 = schwer tränkbar, 4 = sehr schwer tränkbar). Diese Angaben gelten nur für das Splintholz. Die meisten Kernhölzer lassen sich aufgrund ihrer Anatomie nur sehr schwer imprägnieren. Deshalb kann **durch eine Imprägnierung die Resistenzklasse des Kernholzes der jeweiligen Holzart nicht wesentlich beeinflusst werden**.

Tabelle: Tränkbarkeit verschiedener Nadelhölzer

Holzart	Tränkbarkeit	Anmerkungen
Tanne	2	• Reagiert träge auf Befeuchtung • Kesseldruckimprägniert für GK3 und GK4
Douglasie	2-3	• Bei Holz aus kultivierten Beständen Imprägnierung auch bei GK3 empfohlen • Kesseldruckimprägniert für GK4
Fichte	3	• Reagiert träge auf Befeuchtung
Kiefer	1	• Harzhaltig • Splint gut imprägnierbar • Imprägniert auch für GK3 und GK4
Lärche	2	• Harzhaltig • Kernholz ohne Splint auch in GK3 einsetzbar • Bei hohem Splintanteil kesseldruckimprägniert auch für GK4

Quelle: Auszug aus der Norm EN 350-2, Empfehlungen aus "Holz im Außenbereich" Informationsdienst Holz, 12/2000

Dokumentation

Jede Behandlung von Holzbauteilen mit chemischen Holzschutzmitteln ist entsprechend den **Vorgaben der Norm DIN 68800-3** zu dokumentieren. Dabei gilt es zu erfassen:

1. Name und Anschrift des Betriebes, der die Holzschutzmittelbehandlung ausgeführt hat.
2. Bezug darauf, ob die Behandlung für tragende oder nicht-tragende Teile erfolgte.
3. Angewendete Holzschutzmittel mit Prüfzeichen und Prüfprädikaten.
4. Wirkstoffe
5. Angewandtes Einbringverfahren
6. Bei wasserlöslichen Holzschutzmitteln die angewendete Lösungskonzentration
7. Berücksichtigte Gefährdungsklasse
8. Erzielte Einbringmenge - ohne Schutzmittelmittelverluste - in g/m² (Trogtränkanlagen) oder kg/m³ (Kesseldruckanlagen)
9. Datum der Schutzmittelbehandlung

Bekämpfung



Wenn das geliebte Möbelstück vom "Holzwurm" befallen ist und das Holzmehl aus den Wurmlöchern rieselt, ist zunächst genau zu prüfen, um welchen Schädling es sich handelt und wie er am besten aus dem Bauteil entfernt werden kann. Das Schadensbild muss genau analysiert und bei tragenden Konstruktionen gegebenenfalls die Resttragfähigkeit beurteilt werden. Je nach Art des Befalls, besteht u.U. sogar eine Meldepflicht gegenüber den Behörden.

Dabei können **unterschiedliche Bekämpfungsmaßnahmen** angewendet werden.

- Chemische Bekämpfung bei Pilzbefall
- Chemische Bekämpfung bei Insektenbefall
- Heißluftverfahren
- Begasungsverfahren
- Strahlungsverfahren

Alle diese Verfahren sind nur durch einen geeigneten Fachbetrieb mit dem "Sachkundenachweis bekämpfender Holzschutz" durchzuführen. (Eine Übersicht geeigneter Fachbetriebe kann auf der Homepage des Fachverbandes Holz- und Bautenschutz eingesehen werden). Die Belastung der Umgebung kann teilweise erheblich sein, sodass ausreichende Vorsichtsmaßnahmen getroffen werden müssen, um zusätzliche Schäden zu vermeiden. Bei allen Maßnahmen, die vor Ort in einem Gebäude vorgenommen wurden, muss eine **genaue Dokumentation** geführt werden im Hinblick auf Art, Einsatzort und Menge des verwendeten Schutzmittels.

Chemische Bekämpfung bei Pilzbefall

Die Bekämpfung eines Pilzbefalls in verbautem Holz ist in der Regel **nur durch Entfernen der betreffenden Holzteile** möglich. Zur Bekämpfung eines Pilzbefalls im Mauerwerk sind ausschließlich chemische Schutzmittel geeignet.

Die Ursache erhöhter Feuchte von Holz und Mauerwerk muss festgestellt und beseitigt werden. Für die Austrocknung der sanierten Bauteile ist zu sorgen.

Putz, Fugenmörtel, Mauerwerk und Hohlräume sind sorgfältig auf Pilzdurchwachsungen zu untersuchen. **Verdeckt eingebaute Holzbauteile einschließlich der Balkenauflagerbereiche sind freizulegen.**

Alle pilzbefallenen Holzteile sind ein ausreichendes Stück über den sichtbaren Befall hinaus zu entfernen, und zwar mindestens um 0,3 m, bei echtem Hausschwamm und verwandten Hausschwammarten um mindestens 1,0 m in Längsrichtung der Hölzer.

Die verbleibenden **nicht befallenen Hölzer sowie die neu einzubauenden Hölzer** und Holzwerkstoffe sind **mit einem geprüften chemischen Schutzmittel vorbeugend zu schützen**, sofern hierfür nach DIN 68800 Teil 3 eine Notwendigkeit besteht (Gefährdungsklassen 1 bis 4). Besondere Gefährdungsstellen des verbleibenden Holzes (z.B. Balkenköpfe, Fußpfetten) sind zusätzlich durch Sonderverfahren (z.B. Bohrlochtränkung oder Verpressen durch Druckinjektion) zu behandeln.

Die Bekämpfungsverfahren setzen zum Teil **sehr giftige Stoffe** ein, bei deren Verarbeitung eine Reihe von **Schutzmaßnahmen** hinsichtlich Umwelt und Gesundheit zu beachten sind. Schließlich

sollen nach erfolgreich abgeschlossener Behandlung keine weiteren Gefahren für den Nutzer von dem Bauteil ausgehen.

Chemische Bekämpfung bei holzzerstörenden Insekten

Voraussetzung für Bekämpfungsmaßnahmen ist die eindeutige Feststellung der Art der Schadorganismen und des Befallsumfanges durch dafür qualifizierte Fachleute oder Sachverständige. Die Ergebnisse sind dem Auftraggeber in einem **Untersuchungsbericht** vorzulegen.

Waren die Hölzer bereits früher chemisch behandelt, muss sichergestellt sein, dass die Wirksamkeit der einzusetzenden chemischen Schutzmittel nicht beeinträchtigt wird. Alte Farbanstriche, Feuerschutzanstriche auf Wasserglasbasis und Kalkanstriche müssen soweit entfernt werden, dass der Bekämpfungserfolg sichergestellt ist. Sofern alte Anstriche erhalten bleiben sollen, bietet sich unter Umständen als alternative Bekämpfungsmaßnahme ein Begasungsverfahren an.

Je nach Notwendigkeit sind holzzerstörende Pilze und Insekten **wahlweise zu bekämpfen**:

- durch Entfernen der befallenen Bauteile und durch Trockenlegen (und zukünftiges Trockenhalten)
- durch Behandeln mit chemischen Mitteln
- durch Behandeln mit thermischen Verfahren, insbesondere durch Heißluft
- durch Behandeln mit toxischen oder erstickenden Gasen

Um die geforderten Bekämpfungsmittelmengen durch Spritzen oder Streichen einbringen zu können, sind mindestens erforderlich:

- bei öligen Bekämpfungsmitteln 2 Arbeitsgänge·
- bei Salzlösungen (mind. 20%-ig) 3 Arbeitsgänge

Eine **großflächige Anwendung** von Bekämpfungsmitteln in Räumen, die dem Aufenthalt von Menschen, Tieren oder der Lagerung von Lebens- oder Futtermittel dienen, darf nicht erfolgen, wenn nicht sichergestellt ist, dass die behandelte Fläche bei der späteren Nutzung der Räume hinreichend luftabgeschlossen bekleidet ist und eine Entlüftung nicht in diese Räume erfolgt.

Heißluftverfahren

Vor der Heißluftbehandlung ist zu prüfen, **ob hitzempfindliche Materialien durch das Heißluftverfahren beeinträchtigt werden** können. An allen Stellen des zu behandelnden Holzes muss eine **Mindesttemperatur von 55 °C für die Dauer von mindestens 60 Minuten** erreicht werden. Hierzu ist in der Querschnittsmitte der wärmetechnisch am ungünstigsten liegenden Holzteile und jeweils an mindestens zwei Stellen die Temperatur zu messen und zu protokollieren. Die Temperatur der Heißluft darf an der Oberfläche der beheizten Bauteile aus Feuersicherheitsgründen 120 °C nicht überschreiten.

Das Heißluftverfahren **bewirkt keinen vorbeugenden Schutz des behandelten Holzes**. Deswegen ist in der Regel im Anschluss eine vorbeugende Behandlung mit einem chemischen Schutzmittel durchzuführen, sofern die Holzteile nach DIN 68800 Teil 3 nicht der Gefährdungsklasse 0 zugeordnet sind. In Ausnahmefällen kann darauf verzichtet werden, z.B. wenn hygienische, lebensmittelrechtliche, gesundheitliche oder umwelt- und naturschutzbezogene Bedenken vorliegen.

Das Heißluftverfahren kann auch zur Hausschwammbekämpfung eingesetzt werden. Um eine komplette Durchheizung von schwammbefallenem Mauerwerk zu erreichen muss die Wärme von beiden Seiten herangeführt werden. Der Bereich sollte komplette eingehaust werden. Die erreichten Temperaturen müssen mittels elektronischer Messfühler ständig kontrolliert werden.

Bild: Heißluftverfahren des Echten Hausschwamms



Quelle: mikado 3/2003 S. 28

Der größte Vorteil des Verfahrens ist der Verzicht auf Holzschutzmittel. Eine **Gefährdung der Umgebung wird vermieden**. Sofern die Behandlung auf der Baustelle erfolgen muss, ist allerdings ein recht großer apparativer und energietechnischer Aufwand erforderlich.

Begasungsverfahren

Das Begasungsverfahren wird fast ausschließlich **zur Bekämpfung von Insekten in Kunst- und Kulturgut von Kirchen, Schlössern und Museen** angewendet. Soweit befallene Gegenstände transportabel sind, ist die Behandlung in einem dafür geeigneten Raum oder Zelt vorzunehmen. Für eine Bekämpfung von Fäulnispilzen ist die Begasung nach bisherigen Erfahrungen nicht ausreichend wirksam.

Bei der Planung, Organisation und Durchführung von Begasungen mit toxischen Eigenschaften sind die Bestimmungen der Gefahrstoffverordnung sowie die **TRGS 512 "Technische Regeln für Gefahrstoffe: Begasungen"** zu beachten. Eine Begasung darf nur durchgeführt werden, wenn es keine Alternativen gibt (z.B. wenn die unproblematischere Heißluftbehandlung nicht möglich ist).

Folgende Gase sind für eine Begasung zugelassen:

- Brommethan CH_3Br; Methylbromid (seit dem 1.1.2005 verboten)
- Hydrogencyanid HCN; Blausäure
- Phosphortrihydrid PH_3 Phosphorwasserstoff
- Sulfuryldifluorid SO_2F_2
- Kohlendioxid CO_2
- Stickstoff und andere Edelgase (z.B. Argon)

Aus Kostengründen wird im Augenblick am häufigsten Stickstoff eingesetzt. Er ist zu ca. 80 % in der Atemluft vorhanden. Zur Schädlingsbekämpfung muss eine Stickstoffkonzentration von über 99% über 4 bis 6 Wochen aufrechterhalten werden.

Alle tierischen Schädlinge benötigen Sauerstoff für den Stoffwechsel. Die befallenen Möbel oder Bauteile werden in einer Kammer mit Stickstoff begast. Dadurch wird den Schädlingen der Sauerstoff entzogen und sie werden abgetötet.

Um auch die im Holz abgelegten Eier sicher abzutöten, ist es erforderlich, **die Begasung über einen Zeitraum von 4 bis 6 Wochen durchzuführen**. Während der Begasung wird die relative Feuchtigkeit konstant bei 55% gehalten. Das Holz wird dadurch keinen Feuchteschwankungen ausgesetzt, Trockenschäden können sicher vermieden werden.

Strahlungsverfahren

Das in der Bodensanierung erfolgreich eingesetzt **Hochfrequenzverfahren** kann auch für die Bekämpfung von tierischen und pflanzlichen Schädlingen in Holz und Mauerwerk zum Einsatz kommen. Die Hochfrequenztechnik **erwärmt den zu behandelnden Bereich auf ca. 300 °C** und ist dabei sehr materialschonend und gut steuerbar. Die Energiezufuhr erfolgt über beiderseits des Holzbalkens angebrachte Metallplatten. Diese stellen faktisch einen Plattenkondensator dar. Das Anlagensystem besteht aus einem Hochfrequenz-Generator und einem Anpassgerät. Letzteres hat die Aufgabe den elektrischen Widerstand des Holzes an den Generatorwiderstand anzugleichen, sodass die Energie weitestgehend in das Holz eingetragen wird. Allerdings kann das Verfahren nur partiell zum Einsatz kommen.

Bild: links Hochfrequenz-Behandlung, rechts Mikrowellentechnik




Quelle: Mikado 3/2003, S. 29

Die mit einem Hochfrequenz-Generator auszuführenden Arbeiten müssen unter Einhaltung aller einschlägigen VDE-Vorschriften vorgenommen werden. Ebenso müssen besondere Vorkehrungen zur Sicherstellung einer ausreichenden Strahlensicherheit getroffen werden.

Zu den Strahlungsverfahren kann auch die **Mikrowellentechnik** gezählt werden. Deren Einsatz ist bislang allerdings auf Kleinkörper wie Treppenteile, Türrahmen oder ähnliches begrenzt. Des Weiteren besteht bei der Mikrowellentechnik die Gefahr, dass im Holz verborgene Metallkörper infolge der Überhitzung zu glühen anfangen und lokale Verkohlungen verursachen. Die Vorteile des Verfahrens liegen vor allem in der guten Steuerbarkeit des Temperaturniveaus und der Möglichkeit die Behandlung ein- oder zweiseitig auszuführen.

Abfallentsorgung



Die Rahmenbedingungen im Bereich der Entsorgung haben sich in den letzten Jahren deutlich gewandelt. Wo noch vor nicht allzu langer Zeit mangelnde Entsorgungskapazitäten beklagt wurden, haben die inzwischen eingeleiteten Verwertungsmaßnahmen vor allem im Bereich der Bau- und der Verpackungsabfälle zu einem erheblichen Rückgang der jährlichen Abfallmengen geführt.

Durch das **Kreislaufwirtschaftsgesetz** wurde die Bedeutung der Abfälle als zukünftige Rohstoffquelle herausgestellt. Die dadurch festgeschriebenen Grundsätze sehen eine eindeutige Rangfolge vor:

1. **Vermeidung**
   Vermeidung hat oberste Priorität. Schon beim Einkauf sollte an die Entsorgung gedacht werden.
2. **Verwertung**
   Was sich nicht vermeiden lässt, sollte stofflich oder energetisch verwertet werden.
3. **Beseitigung**
   Alles was nicht sinnvoll verwertet werden kann, muss langfristig sicher abgelagert werden.

Im Zimmererhandwerk fallen dabei typischerweise folgende Abfälle an:

- **Holzreste** aus der Platten- und Massivholzbearbeitung
- **Altmaterialien** von der Baustelle (Bauholz, Bauschutt, Dämmmaterialien...)
- **Metallreste** (Metallabschnitte aus der Fertigung, Ausbauten von der Baustelle..)
- **Lackier- und Lösemittelreste** aus der Oberflächenbehandlung
- **Verpackungen** von angelieferten Produkten (Folien, Styropor, Pappe...)
- **Papier** aus der Verwaltung
- **Kartuschen** aus dem Bereich Kleben und Abdichten
- **Kompressorkondensat**
- Kehricht, Schleifpapier und ähnliches als **Restmüll**

Einige dieser Abfälle lassen sich recht problemlos wiederverwerten. **Abfälle zur Verwertung** ohne ein besonderes Gefahrenpotenzial können recht einfach erfasst und kontrolliert werden. Hier kann der Betrieb mit **privaten Entsorgern** zusammenarbeiten. Abfälle, die nur als Restmüll beseitigt werden können, unterliegen einer strikteren Handhabung. Hier haben die **Kommunen und Kreise** ein starkes Gestaltungsrecht. Die Abfälle müssen ihnen zur Beseitigung überlassen werden. Sie legen in einer **Abfallsatzung** fest, in welcher Form diese Abfälle zu erfassen und zu entsorgen sind.

Bei Abfällen mit einem besonderen Gefahrenpotenzial (besonders überwachungsbedürftige Abfälle oder umgangssprachlich auch **Sonderabfälle**) ist die rechtliche Überwachung sehr umfangreich. Hier gelten besondere Anforderungen an die Lagerung, die Erfassung der Abfallmengen und Abfallwege. Die rechtlichen Rahmenbedingungen können im Bereich Rechtsgrundlagen > Abfallwirtschaft >

Nachweisverfahren nachgelesen werden. In aller Regel sind die Zimmerer **Kleinmengenerzeuger** von Sonderabfällen. Um den Aufwand so gering wie möglich zu halten, können in diesem Fall vereinfachte Verfahren genutzt werden. Siehe Rechtsgrundlagen > Abfallwirtschaft > Praxishinweise > Kleinmengen.

Abfall bedeutet Zeit und Geld - deshalb sollte dieses Thema im Betrieb Ernst genommen werden. Es geht nicht nur darum, einen billigen Entsorger zu finden, sondern folgendes zu berücksichtigen

- Schon beim **Einkauf sollte an die Entsorgung und die Entsorgungskosten gedacht werden.**
- Das **Handling der Abfälle** über den Produktionsweg hinweg kostet teure Arbeitszeit.
- Die **Lagerung** von Abfällen benötigt Platz.
- Von Abfällen können erhebliche **Brand- und Umweltrisiken** ausgehen.

Um Material, Zeit und Kosten zu sparen macht es Sinn, sich betriebswirtschaftlich mit dem Thema zu beschäftigen. In kaum einem anderen Umweltbereich kann durch geeignete organisatorische und technische Maßnahmen soviel Geld eingespart werden.

Ansprechpartner

Die konkreten Entsorgungsmöglichkeiten des Zimmerers sind von Ort zu Ort unterschiedlich. Einerseits haben die Kommunen und Kreise einen gewissen Gestaltungsspielraum, in welcher Form Abfälle erfasst und entsorgt werden müssen (**Abfallsatzung**). Andererseits sind die privaten Entsorger regional sehr unterschiedlich vertreten. Deshalb empfiehlt es sich, den **Gewerbeabfallberater** seines Bürgermeister- oder Landratsamtes zu kontaktieren, um die konkreten Bedingungen vor Ort zu erfahren.

Bei Fragen zur Abfallentsorgung stehen darüber hinaus auch die **Umweltberater der Handwerkskammern** zur Verfügung (s. weitere Informationen > Adressen > Handwerkskammern).

Auch beim **Verband des Zimmerer- und Holzbaugewerbes** Baden-Württemberg kann man über den dortigen technischen Berater weitere Informationen einholen:

Herr Schäfer
Hackländerstr. 43
70184 Stuttgart
Tel. 0711-23996-58
Fax 0711-23996-60
email: wschaefer@holzbau-online.de

Transport

Innerbetrieblicher Transport und Lagerung

Abfälle entstehen über den gesamten Produktionsprozess hinweg - von der Verwaltung bis hin zu den Rücknahmen von der Baustelle. Nicht zu vergessen die vielen Zwischenlager im Fertigungsprozess:

- Massivholz- und Plattenreste
- Lack- und Lösemittelreste
- Verpackungen von Anlieferungen
- Reinigungsmittel, Kartuschen usw.

Das Erfassen der Abfälle, Einsortieren und Lagern bis hin zum Bereitstellen für die Abholung kostet viel Zeit. Deshalb ist es sinnvoll festzulegen:

1. **Art und Größe** der Abfallbehälter
2. **Ort** der Aufstellung
3. **Zuständigkeit** für deren Leerung

Dabei ist grundsätzlich auf folgendes zu achten:

- **Farbliche Kennzeichnung** jedes Behälters
- **Beschriftung**, welche Abfallarten hineingegeben werden sollen. Dabei sollte die "betriebsübliche" Benennung der jeweiligen Abfälle verwendet werden.
- Leichte **Zugänglichkeit**
- Gute **Transportierbarkeit** (z.B. Rollen)
- **Handlichkeit**, um das Umfüllen in die Transportbehälter nicht zu erschweren.


Bild: Farbig gekennzeichnete Abfallbehälter erleichtern die Sortierung


Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH/Lemgo

Auch die vom Entsorger für den Abtransport genutzten **Behälter und Container** sollten eindeutig erkennen lassen, **welche Abfallarten** hineingegeben werden dürfen. Wenn dies nicht auf dem Behälter direkt möglich ist, empfiehlt sich eine andere Form der Kennzeichnung im Umfeld. Behälter, die von der Straße aus zugänglich sind, sollten unbedingt **abgeschlossen** werden!

Es sollte zudem darauf geachtet werden, dass die Behälter **witterungsgeschützt** aufgestellt werden oder zumindest das Einregnen in die Behälter verhindert wird. Die Entsorgung von Regenwasser ist einfach zu teuer.

Die **Preise für Container** setzen sich normalerweise immer zusammen aus
- Behältermiete
- Transportpauschale
- mengenbezogene Entsorgungskosten

Es empfiehlt sich, jährlich seine **Entsorgungskosten** daraufhin zu **überprüfen**, ob die gewählten Behältergrößen und der Abholrhythmus noch optimal sind! Möglicherweise macht es auch Sinn, Behälter zu kaufen anstatt die regelmäßigen Mietkosten dafür aufzuwenden.

Bild: Behältergrößen



Für die **Erfassung von Sonderabfällen** ergeben sich zusätzliche Vorschriften. Diese haben in aller Regel ein wassergefährdendes Potenzial. Deshalb dürfen nur Abfallsammelbehälter für Sonderabfälle verwendet werden, die baurechtlich geprüft sind. Die Entsorger von Sonderabfällen stellen in der Regel ordnungsgemäße Behältersysteme in Größen zwischen 60 und 1000 Liter zur Verfügung. Diese können gemietet oder gekauft werden.

Bild: Sonderabfallbehälter



Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH/Lemgo

Zur **Zwischenlagerung** für kleinere Mengen an Lackresten wird empfohlen:

1. Entstehende Reste sind nur in **Originalgefäßen** aufzubewahren.
2. Die Lagerung sollte in Räumen mit einer Auffangschwelle oder über Auffangwannen erfolgen (Lacklager).

Transport von Abfällen

Wer **nicht gewerbsmäßig**, sondern nur eigene Abfälle selbst zu einer Entsorgungsanlage befördert, benötigt dafür **keine besondere Genehmigung**. Von Gewerbsmäßigkeit kann dann gesprochen werden, wenn der Betrieb über die direkten Entsorgungskosten zusätzlich Entgelt verlangt. Dann bedarf es einer recht aufwändigen Transportgenehmigung.

Unternehmen, die Abfälle werksintern oder im Rahmen ihrer eigenen wirtschaftlichen Tätigkeit transportieren, benötigen keine Transportgenehmigung. Dies gilt z.B. für Zimmerer, die ihre Abfälle selbst zum Entsorger oder Wertstoffhof bringen.

Es sollten bestimmte Randbedingungen eingehalten werden, um nicht Gefahr zu laufen, bei einer polizeilichen Kontrolle oder bei Unfällen mit Bußgeldern belegt zu werden. Denn für den einzelnen Transport gelten immer die **Bestimmungen der GGVS** (Gefahrgutverordnung Straße). Um nicht unter

die besonderen formalen Anforderungen der GGVS zu fallen, sollten folgende Punkte beachtet werden:

1. Maximal 5 Liter Abfallmenge je **Originalgefäß**
2. **Gesamtmenge** von maximal 25 Liter
3. Die Behältnisse müssen **fest verstaut** und **dicht verschlossen** sein.

Allgemein rechtliche Hinweise zum Transport von Abfällen können unter Rechtsgrundlagen > Abfallwirtschaft > Transport nachgelesen werden.

Überwachung

Das **Kreislaufwirtschaftsgesetz** hat es ermöglicht, dass der Anschluss- und Benutzungszwang für Abfälle zur Verwertung aufgehoben wurde. Die Betriebe können sich privater Dienstleister bedienen, wenn diese eine Gewähr bieten, die Abfälle ordnungsgemäß zu entsorgen. Denn der **Abfallerzeuger** bleibt bis zur tatsächlichen Verwertung oder Beseitigung verantwortlich für seinen Abfall! Deshalb sollte der Betrieb mit einem **Entsorgungsfachbetrieb**zusammenarbeiten, um eine ordnungsgemäße Entsorgung sicherzustellen.

Alle **Abfälle zur Beseitigung** unterliegen ebenso wie alle **Sonderabfälle** einer besonderen **Nachweispflicht**. Um die Abfälle möglichst weitgehend einer Wiederverwertung zuführen zu können bedarf es zunächst einer ausreichenden Trennung im Betrieb oder auf der Baustelle. Die **Gewerbeabfallverordnung** hat deshalb festgelegt, in welche **Abfallfraktionen** die Gewerbeabfälle **getrennt werden** und gleichzeitig hervorgehoben, dass die nicht verwertbaren Abfälle zur Beseitigung über die kommunalen Körperschaften erfasst werden müssen. Näheres zur rechtlichen Regelung des Gewerbeabfalls kann unter Rechtsgrundlagen > Abfallwirtschaft > Stoff- und Produktbezogene Regelungen > Gewerbeabfall nachgelesen werden.

Als **verwertbare Fraktionen** gelten:

- Papier/Pappe
- Glas
- Kunststoff
- Metalle
- Bioabfall
- Holz
- mineralische Baustoffe

Wenn diese Abfälle im Betrieb nicht getrennt, sondern von einem Entsorger in gemischter Form abgeholt werden, muss dieser eine **Verwertungsquote von 85%** sicherstellen. Man sollte sich deshalb von seinem Entsorger einen entsprechenden **Verwertungsnachweis** einholen.

Andere Mischabfälle (z.B. Baustellenabfälle) können entweder über die kommunale Restmülltonne bzw. über den beauftragten Containerdienst als "überwachungsbedürftiger Abfall" entsorgt werden. Diese Tonnen müssen einen "angemessenen Umfang" aufweisen und können frei von der Kommune festgelegt werden. Als unangemessen gilt, wenn das Behältervolumen Anreize zur Umgehung der gesetzlichen Verwertungspflicht schaffen würde.

Sofern aufgrund der anfallenden Menge eine Abholung durch die kommunale Körperschaft nicht möglich ist, muss der Betrieb einen Entsorger damit beauftragen, die Abfälle zur zuständigen Entsorgungsanlage zu transportieren. Darüber muss ein **vereinfachter Entsorgungsnachwei**s geführt werden, den normalerweise der Entsorger entsprechend vorbereitet. Der Betrieb erhält zu Dokumentationszwecken für jede Abholung einen **Übernahmeschein**, wo er die Abfälle in welcher Menge hat entsorgen lassen. Näheres zur **Nachweisverordnung** kann unter Rechtsgrundlagen > Abfallwirtschaft > Nachweisverfahren nachgelesen werden.

Sonderabfälle

In den Zimmererbetrieben entstehen in aller Regel deutlich weniger als 2000 kg **Sonderabfälle** pro Jahr. Diese Grenze wird als **Kleinmenge** bezeichnet. Wer mehr als 2000 kg Sonderabfälle zu entsorgen hat, muss die ordnungsgemäße Entsorgung nachweisen und prüfen, ob seine Abfälle der Sonderabfallagentur Baden-Württemberg GmbH (SAA) anzudienen sind (Rechtsgrundlagen > Abfallwirtschaft > Andienungs- und Überlassungspflichten). Er ist weiterhin verpflichtet, Abfallbilanzen für das Vorjahr und Abfallkonzepte als 5-Jahresplan zu erstellen. Einzelheiten dazu können unter Rechtsgrundlagen > Abfallwirtschaft > Abfallbilanzen und -konzepte nachgelesen werden.

Folgende **Möglichkeiten** stehen den Betrieben zur Verfügung, um ihre Kleinmenge an Sonderabfällen zu entsorgen:

- Sie können einen **Entsorgungsfachbetrieb** beauftragen, ihnen einen geeigneten Behälter zur Verfügung zu stellen und bei Bedarf abzuholen.
- Über die **Lieferanten von Oberflächenmaterialien** kann man vielfach auch seine verschmutzten Lösemittel und Lacke zurückgeben. Der Lieferant bereitet die Verdünnung wieder auf und gewinnt daraus frische Waschverdünnung.
- Viele Stadt- und Landkreise bieten eine **Problemstoffsammlung für Gewerbebetriebe** mit Kleinmengen an Sonderabfällen an.
- Verschiedene Stadt- und Landkreise nehmen im Rahmen der **Problemstoffsammlung für Privathaushalte** auch von Kleinbetrieben Sonderabfälle in haushaltsüblichen Mengen an.

Über die konkreten Möglichkeiten können der zuständige Gewerbeabfallberater des Bürgermeister- oder Landratsamts sowie die Umweltberater der Handwerksorganisationen informieren.

In jedem Fall sollte der Betrieb sich für die konkrete Entsorgung einen **Übernahmeschein** ausstellen lassen. Nur damit kann er gegenüber den Aufsichtsbehörden die ordnungsgemäße Entsorgung von Sonderabfällen dokumentieren.

Sonderabfälle bezeichnen besonders überwachungsbedürftige Abfälle. Von ihnen gehen besondere Gefahren aus:

- Gefährdung der **Gesundheit des Menschen** im direkten Kontakt (Gefahrstoffe)
- Gefährdung der **Wasserqualität** durch mögliche Auswaschungen ins Grundwasser
- Erhöhte **Brandgefahr** durch leicht brennbare Restbestandteile

Die folgende Tabelle gibt eine Orientierung, welche Stoffe im Zimmererhandwerk als Sonderabfälle vorkommen können:

Tabelle: Übersicht besonders überwachungsbedürftige Abfälle im Zimmererhandwerk

Abfallschlüssel	Abfallbezeichnung	Hinweise
03 02 01	Halogenfreie organische Holzschutzmittel	Holzschutzmittelreste aus der Imprägnierung von Balken, Brettern und anderen Außenbauteilen Reste aus dem Bereich des bekämpfenden Holzschutzes
03 02 04	Anorganische Holzschutzmittel	Salzhaltige wässrige Holzschutzmittelreste aus der Imprägnierung von Balken, Brettern und anderen Außenbauteilen
06 02 04	Natrium- und Kaliumhydroxid	Laugenbasis auf Basis von Natron- und Kalilauge zum Ablaufen von Möbeln

07 03 04	Andere organische Lösemittel	verschmutzte Lösemittel aus der Oberflächenanwendung
08 01 11	Farb- und Lackabfälle, die organische Lösemittel oder andere gefährliche Stoffe enthalten	Lackreste auf der Basis organischer Lösemittel, die **nicht ausgehärtet** sind.
08 01 13	Farb- und Lackschlämme, die organische Lösemittel oder andere gefährliche Stoffe enthalten	Gemische aus Lackresten und Lösemittel in Sammelbehältern
08 01 19	Wässrige Suspensionen, die Farben oder Lacke mit organischen Lösemitteln oder anderen gefährlichen Stoffen enthalten.	Reste von wasserlöslichen Lacken
08 04 09	Klebstoff- und Dichtmassenabfälle, die organische Lösemittel oder andere gefährlichen Stoffen enthalten	Unbrauchbare Reste von Holzkitt, Wachskitt, Spachtelmassen die noch **nicht ausgehärtet** sind.
13 02 05	Nichtchlorierte Maschinen-, Getriebe- und Schmieröle auf Mineralölbasis	Altöl aus der Wartung von Maschinen und Fahrzeugen
13 05 07	Öliges Wasser aus Öl-Wasser-Abscheidern	ungefiltertes Kondensatwasser aus Kompressoranlagen, kann durch zusätzliche **Öl-Wasser-Abscheider** vollständig vermieden werden
13 07 03	andere Brennstoffe	Verunreinigte Heizöle/Dieselöle z. B. Baustellenheizungen
15 01 10	Verpackungen, die Rückstände gefährlicher Stoffe enthalten oder durch gefährliche Stoffe verunreinigt sind.	Verschmutzte Lackkanister, Montageschaumkartuschen u. ä. auch für solche Verpackungen gilt die **Rücknahmepflicht** der Hersteller aufgrund der **Verpackungsverordnung**!
15 01 11	geleerte Druckbehältnisse	Acetylengasflaschen
15 02 02	Aufsaug- und Filtermaterialien, Wischtücher und Schutzkleidung, die durch gefährliche Stoffe verunreinigt sind.	Nicht überwachungsbedürftig sind Sägemehl oder -späne, die ausschließlich Borsalze enthalten. **Filtermatten mit aushärteten Lackresten** sind ebenso **kein besonders überwachungsbedürftiger** Abfall.
16 06 02	Ni-Cd-Batterien	Akkus für Bohrmaschen u. ä. **Rücknahmepflicht** des Handels aufgrund der **Batterieverordnung**.
16 06 03	Quersilber enthaltende Batterien	Knopfzellen, quecksilberhaltige Monozellen aus Uhren, Fotoapparaten usw.
17 02 04	Glas, Kunststoffe und Holz, die gefährliche Stoffe enthalten	Holzabfälle aus der Anwendung, die mit Holzschutzmitteln behandelt worden sind, wie z. B. Altfenster, Masten, Außenfassaden u. ä.

17 06 01	Dämmmaterial, das Asbest enthält	**Die Entsorgung von asbesthaltigem Material sollte nur durch entsprechend geschulte Spezialfirmen mit Sachkundenachweis nach TRGS 519 erfolgen!**
17 06 03	Anderes Dämmmaterial, das aus gefährlichen Stoffen besteht oder solche enthält	Dämmmaterialien aus Glas- und Steinwolle, die vor dem Jahr 2000 eingebaut worden sind, bei der Handhabung sind die Vorgaben der TRGS 521 "Faserstäube" zu beachten.
17 06 05	asbesthaltige Baustoffe	Demontage von Platten aus Asbestzement oder asbesthaltigen Bodenbelägen. **Die Entsorgung von asbesthaltigem Material sollte nur durch entsprechend geschulte Spezialfirmen mit Sachkundenachweis nach TRGS 519 erfolgen!**
20 03 21	Leuchtstoffröhren	Aus der Gebäudesanierung, gehören nicht ins Glasrecycling! Rücknahme über Handel und Elektrofachbetriebe nutzen.

Weitere rechtliche Hinweise zum Entsorgung von Sonderabfällen können unter Rechtsgrundlagen > Abfallwirtschaft > Nachweisverfahren nachgelesen werden.

Holzreste

Als Restholz werden alle Holzabfälle bezeichnet, welche nicht direkt als Produkt hergestellt worden sind. Gemeinhin kann man dies unter dem Begriff "Verschnitt" zusammenfassen. Sie sind zu unterscheiden von Gebrauchtholz, welches aus der Rücknahme gebrauchter Fenster, Möbel oder Türen entsteht. Restholz kann folgender Abfallschlüssel zugeordnet werden:

Abfallschlüssel	Abfallbezeichnung	Hinweise
03 01 02	Sägemehl, Späne, Abschnitte, Holz, Spanplatten und Furniere, die keine gefährlichen Stoffe enthalten	Resthölzer aus der Fertigung

Bild: Restholz aus der Fertigung



Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH/Lemgo

Restholz aus der Fertigung ist nicht mit Schadstoffen belastet, wenn es nicht im betrieblichen Fertigungsprozess mit Holzschutzmitteln behandelt wurde. **Holzabfälle aus der Anwendung** können hingegen mit Holzschutzmitteln, Schwermetallen oder Kittresten verunreinigt sein. Sie **sind deshalb für eine Verwertung in der betrieblichen Holzfeuerung nicht geeignet**. Solche Holzreste müssen entsprechend den Anforderungen der Altholzverordnung für die Kategorie IV einer energetischen Verwertung in einer dafür eingerichteten Verbrennungsanlage zugeführt werden. **Deshalb sollten bauliche Holzabfälle und betriebliche Holzreste strikt getrennt gehalten werden!**

Weitere Informationen zu Gebrauchtholz aus der Anwendung finden sich unter Zimmerer > Abfallentsorgung > Baustellenabfälle > Altholz.

Industrierestholz wird unterschieden zwischen

- Massivholz
- Holzwerkstoffe und lackierte Hölzer

und von der Form in

- stückige Reste
- Hackschnitzel
- Späne, Sägemehl
- Staub

Werden die Holzreste nicht im Betrieb als Brennstoff eingesetzt, **müssen sie einer Verwertung zugeführt werden**. Sie gelten dann im Sinne der Altholzverordnung als Industrierestholz, d.h. sie dürfen nicht auf einer Deponie oder Müllverbrennung beseitigt, sondern müssen stofflich oder energetisch entsprechend den Vorgaben der Verordnung verwertet werden.

Weitere Informationen zur Altholzverordnung finden sich unter Rechtsgrundlagen > Abfallwirtschaft > Stoff- und Produktbezogene Regelungen > Altholz.

Vermeidungsansätze

- Eine **EDV-unterstützte Verschnittoptimierung** kann den Verschnitt deutlich senken. Auch bei kleineren Aufträgen ergeben sich dadurch erhebliche Vorteile. Ein solches Programm kann als Baustein in einem Branchenprogramm eingebunden aber auch als

eigenständige Anwendung genutzt werden. Sofern das Programm auch eine Resteverwaltung ermöglicht, können die Verschnittsätze auch auftragsübergreifend verringert werden. Vor allem beim Einsatz von horizontalen Plattenaufteilsägen können Programme zur Verschnittoptimierung wie auch zur späteren Kennzeichnung der zugeschnittenen Teile gut integriert werden.

- Die **Lagerung von Massivholz, Platten und Furnieren** beeinflusst deren Qualität nicht unwesentlich. Zu feuchte Lagerung, schlechte Auflager, falsche Zwischenhölzer können die Gebrauchsfähigkeit erheblich beeinträchtigen und sollten regelmäßig durch die jeweiligen Lagerbeauftragten überprüft werden. Falsche Lagerung führt dann zwangsläufig zu höherem Verschnitt, der aber betriebswirtschaftlich selten erfasst wird.
- Eine **gute Abstimmung zwischen Einkauf und Fertigung** sorgt für die Verfügbarkeit der richtigen Qualitäten. Ein preiswertes Angebot mag das Budget des Einkaufs günstig aussehen lassen, führt aber oft zu Problemen in der Fertigung und damit zu höherem Ausschuss. Letzterer wird zumeist nicht erfasst und verzerrt somit die korrekte Bewertung des Einkaufs.

Verwertungsmaßnahmen

Idealerweise werden Resthölzer **im Betrieb als Brennstoff verwertet**. Die energetische Verwertung von Resthölzern bietet sich aufgrund ihres guten Brennwertes und ihrer CO_2-Neutralität an. Das durch die Verbrennung freiwerdende Kohlendioxid entspricht genau der Menge, welche zuvor durch die Photosynthese eingebunden wurde. Deshalb wird durch die Verbrennung kein zusätzliches Kohlendioxid frei, wie dies bei fossilen Energieträgern der Fall ist. Die folgende Tabelle verdeutlicht den Energiegehalt der anfallenden Resthölzer:

Tabelle: Energiegehalt in Holzfraktionen

Holzfraktion	Raumgewicht	Energiegehalt	entspricht Liter Heizöl
1 m³ Späne	100 - 130 kg	400 - 500 kWh	40 - 50 Liter
1 m³ Hackschnitzel	150 - 200 kg	600 - 800 kWh	60 - 80 Liter
1 m³ Stückholz (Weichholz)	250 - 350 kg	1 000 - 1 400 kWh	100 - 140 Liter
1 m³ Stückholz (Hartholz)	300 - 450 kg	1 200 - 1 800 kWh	120 - 180 Liter
1 m³ Briketts	500 - 600 kg	2 000 - 2 400 kWh	200 - 240 Liter

Massivholzreste und Späne aus Massivholz können ideal in einer eigenen Holzfeuerung thermisch genutzt werden. Für die Nutzung von Plattenresten und Abschnitten von lackierten Hölzern ist eine Mindestgröße von 50 kW **Nennwärmeleistung** erforderlich. Nähere Informationen zur Planung und Einrichtung von Holzfeuerungen finden sich unter Zimmerer > Planung/Modernisieren > Holzfeuerung.

Wo eine betriebliche Verwertung in der eigenen Holzfeuerungsanlage nicht möglich ist, können Resthölzer stofflich wie auch thermisch verwertet werden.

Industrieresthölzer und Gebrauchthölzer der Altholzkategorien I und II, d.h. Massivholzhackschnitzel und -späne wie auch Reste aus Holzwerkstoff- und Furnierplatten sind grundsätzlich einer **stofflichen Verwertung** für die **Neuproduktion von Spanplatten** geeignet. In der Praxis konzentriert sich dies weitestgehend auf massive Nadelhölzer. Harthölzer wie Buche oder Eiche werden aufgrund der krebserzeugenden Stoffe nur in geringem Maße von den Spanplattenherstellern eingesetzt. Für den Einsatz von gebrauchten Spanplattenresten in die Neu-Produktion von Spanplatten wurden spezielle technische Verfahren entwickelt. Dabei werden die alten Plattenwerkstoffe wieder in ihre Bestandteile aufgelöst, um reine Holzfraktionen zu bekommen, welche sich für die Plattenproduktion als Eingangsmaterial eignen. Die Verfahren werden aber bislang nur vereinzelt für die Produktion genutzt.

Eine **thermische Verwertung** bietet sich vor allem im Brennstoffaustausch unter Kollegen an, wenn ein Betrieb seine Holzfeuerung nicht ausreichend mit eigenem Restholz auslasten kann. Um den

Transportaufwand so gering wie möglich zu halten ist es natürlich von Vorteil, wenn die Partner regional beieinander liegen. Auch die Informationsbörsen der IHKs für Reststoffe können bei größerem Anfall eine Möglichkeit darstellen, Partner für eine sinnvolle Verwertung der Resthölzer zu finden.

Oberflächenmaterialien

Gerade bei der Oberflächenbehandlung können viele **Sonderabfälle** entstehen, die eine Gefahr für die Gesundheit des Mitarbeiters wie auch für die Umwelt darstellen können. Deshalb ist hier ein besonders sorgfältiger Umgang erforderlich.

Tabelle: Abfälle aus dem Oberflächenbereich

Abfallschlüssel	Abfallbezeichnung	Hinweise
03 02 01	**Halogenfreie organische Holzschutzmittel**	Holzschutzmittelreste aus der Imprägnierung von Balken, Brettern und anderen Außenbauteilen Reste aus dem Bereich des bekämpfenden Holzschutzes
03 02 04	**Anorganische Holzschutzmittel**	Salzhaltige wässrige Holzschutzmittelreste aus der Imprägnierung von Balken, Brettern und anderen Außenbauteilen
06 02 04	**Natrium- und Kaliumhydroxid**	Laugenbeizen auf Basis von Natron- oder Kalilauge zum Ablaugen von Möbeln
07 03 04	**Andere organische Lösemittel**	verschmutzte Lösemittel aus der Oberflächenanwendung
08 01 11	**Farb- und Lackabfälle, die organische Lösemittel oder andere gefährliche Stoffe enthalten**	Lackreste, die **nicht ausgehärtet** sind.
08 01 12	Farb- und Lackabfälle, die nicht unter 08 01 11 fallen	Lackreste, die **ausgehärtet** sind.
08 01 13	**Farb- und Lackschlämme, die organische Lösemittel oder andere gefährliche Stoffe enthalten**	Gemische aus Lackresten und Lösemittel in Sammelbehältern
08 01 19	**Wässrige Suspensionen, die Farben oder Lacke mit organischen Lösemitteln oder anderen gefährlichen Stoffen enthalten.**	Reste von wasserlöslichen Lacken
15 01 04	Verpackungen aus Metall	Kanister für Oberflächenmaterialien, die tropfentleert sind und keinen Geruch von Lösemittel erzeugen.
15 01 10	**Verpackungen, die Rückstände gefährlicher Stoffe enthalten oder durch gefährliche Stoffe**	Verschmutzte Kanister für Oberflächenmaterialien auch für solche Verpackungen gilt die **Rücknahmepflicht** der Hersteller

	verunreinigt sind.	aufgrund der Verpackungsverordnung!
15 02 02	**Aufsaug- und Filtermaterialien, Wischtücher und Schutzkleidung, die durch gefährliche Stoffe verunreinigt sind.**	Lappen und Schutzkleidung, die nichtausgehärtete Lackreste beinhalteten und nach Lösemittel riechen. Nicht überwachungsbedürftig sind Sägemehl oder -späne, die ausschließlich Borsalze enthalten.
15 02 03	Aufsaug- und Filtermaterialien, Wischtücher und Schutzkleidung, die nicht unter 15 02 02 fallen	Filtermatten, Lappen und Schutzkleidung mit ausgehärteten Lackresten.

Die fett dargestellten Abfallarten gelten als besonders überwachungsbedürftige Abfälle (Sonderabfälle), deren Entsorgung einem besonderen Nachweisverfahren unterliegt. Nähere Informationen dazu finden sich im Bereich Zimmerer > Abfallentsorgung > Sonderabfälle und Rechtsgrundlagen > Abfallwirtschaft > Nachweisverfahren.

Entscheidend bei Farb- und Lackabfällen ist, dass die Bestandteile **ausgehärtet (=eingetrocknet)** sind, sie also keine Reaktion mit der Umwelt mehr eingehen können. Sie können dann dem **hausmüllähnlichen Gewerbeabfall** zugeordnet werden.

Verwertungsmöglichkeiten für Oberflächenmaterialien sind vor allem dort gegeben, wo regelmäßig Holzbauteile lackiert werden. Weitere Hinweise dazu finden sich unter Schreiner > Entsorgung > Oberflächenmaterialien > Verwertung.

Vermeidung

Um Abfälle im Oberflächenbereich erst gar nicht entstehen zu lassen, können folgende **Hinweise** gegeben werden:

- Einkaufspolitik
- Einsatz von wasserlöslichen Systemen
- Umgang mit Lack- und Klebstoffresten
- Konstruktive Maßnahmen
- Vermeidung von Holzschutzmittelschlämmen
- Verwertung von Kanistern

Einkaufspolitik

Was nicht eingekauft wurde, braucht auch später nicht entsorgt zu werden. Daraus ergeben sich folgende Anregungen für den Einkauf:

- Eine geschickte **Ablaufplanung bei der Oberflächenbehandlung** hat auch Einfluss darauf, ob die Farb- und Lasurreste kontinuierlich aufgebraucht werden können oder ob regelmäßig neue Gebinde angefangen werden müssen.
- Es sollte vermieden werden, **viele verschiedene Produkte** zu kaufen. Jedes Sonderangebot auszunutzen kann zu zusätzlichen Resten führen, welche nicht aufgebraucht und teuer entsorgt werden müssen.

Einsatz von wasserlöslichen Systemen

Wo es fertigungstechnisch möglich ist, sollte man **von lösemittelhaltigen auf wasserlösliche Systeme wechseln**, damit sind deutlich weniger Lösemittelreste verbunden. Auch Grundierungen können heute überwiegend auf Wasserbasis eingesetzt werden.

Umgang mit Farb- und Klebstoffresten

Damit Farb- und Klebstoffreste nicht zu Sonderabfall werden, müssen sie kontinuierlich aufgebraucht werden. Dabei kann eine **gute Ordnung im Lager** sehr hilfreich sein. Die Regale sollten gekennzeichnet werden für die jeweiligen Materialtypen. Das Lager für Lacke wie auch Klebstoffe, Dichtungsmassen und ähnliches muss ähnlich dem Lager für Holzreste regelmäßig überprüft und aufgeräumt werden, damit nicht immer die neuen Gebinde verbraucht und die älteren angebrochenen Gebinde überlagert werden.

Es ist darauf zu achten, dass die **Farben und Klebstoffe nicht antrocknen**. Die Verwendung wird dadurch erheblich beeinträchtigt und die Reste fallen dann zur Entsorgung an. **Die Behälter sollten geschlossen bleiben, um ein Eindicken zu vermeiden**.

Farbreste nur in Originalbehältern aufbewahren und **keine Glasbehälter** aus dem Lebensmittelbereich verwenden. Für kleinere Reste, die noch benötigt werden, sollte man geeignete Kunststoffbehälter verwenden, in die kein UV-Licht eindringt und die eindeutig mit **Angaben zur Bezeichnung, Verwendungsdatum und Kundenauftrag** gekennzeichnet werden.

Konstruktive Maßnahmen

Durch konstruktive Maßnahmen kann auf Holzschutzmittel im Innenbereich grundsätzlich verzichtet werden. Durch die Wahl der Holzart lässt sich auch im Außenbereich die Notwendigkeit deutlich verringern, wenn die Vorgaben der DIN 68 800 Teil 3 voll ausgeschöpft werden.

Entscheidend ist dabei, dass die Hölzer auf der Baustelle nicht unnötig der Witterung ausgesetzt werden und konstruktiv dafür gesorgt wird, dass keine Auffeuchtung während der Nutzungsphase entstehen kann. Näheres hierzu finden Sie auch unter Zimmerer > Holzschutz.

Vermeidung von Holzschutzmittelschlämmen

Besonderes Augenmerk ist auf den **Bodenschlamm in den Tränk- und Trogbehälteranlagen** zu richten. Dieser Bodenschlamm besteht zum überwiegenden Teil aus Holzspänen, die vor allem durch sägeraues Holz eingetragen werden. Sie saugen sich mit Schutzmittel voll und sinken dann auf den Boden der Anlage.

Beim Ein- und Ausfahren des Tränkgutes wird der Schlamm aufgewirbelt und setzt sich auf den Hölzern ab und kann so nach der Behandlung teilweise in Lager- und Arbeitsbereiche verfrachtet werden. Die abgetrockneten Schlammpartikel können sich durch Wind über das Grundstück verteilen.

Das **Auftreten und Verfrachten dieser Späne/Partikel ist auf ein Minimum zu beschränken**:

- Einsatz von gehobelter statt sägerrauher Ware
- Ausreichender Witterungs- und Windschutz im Bereich der Tränkanlage
- Regelmäßige Kontrolle und Reinigung des anfallenden Schlammes

Verwertung von Kanistern

Grundsätzlich sind Kanister Verpackungsmaterial für die eingekaufte Lasur bzw. das eingekaufte Holzschutzmittel. Sie unterliegen auch der Rücknahmepflicht durch die Verpackungsverordnung. Damit sie verwertet werden können, müssen die Gebinde mit Lackresten **tropffrei entleert** sein.

Die Kanister sollten möglichst offen gelagert werden, damit sie richtig austrocknen und der Schrotthändler eindeutig erkennen kann, dass keine unzulässigen Lackreste darüber entsorgt werden. **Solange die Kanister noch nach Lösemitteln riechen, sind sie noch nicht ausgehärtet (=vollständig eingetrocknet)!**

Die Kanister können gut **verwendet werden als**

- Transportbehälter
- Regentonne (große Holzschutzmittelkanister)
- Erfassung von Metallresten

Weitere Informationen zur Verpackungsverordnung können unter Rechtsgrundlagen > Abfallwirtschaft > Stoff und Produktbezogene Regelungen > Verpackungen eingesehen werden.

Baustellenabfälle

Beim Aufbau von Häusern in Holzbauart oder beim Aufrichten von Dachstühlen fallen vergleichsweise wenig Abfälle auf der Baustelle an. Zunehmend wird aber die **Modernisierung des Altbaubestandes** wichtiger. Hier kann das Zimmererhandwerk vergleichsweise schnell ein Dach ausbauen oder erweitern. Dabei fallen naturgemäß mehr Abfälle an. Bauschutt, alte Hölzer, Dämmmaterialien, Folienreste und ähnliches müssen ausgebaut werden, bevor das neue Dach errichtet werden kann. Die anfallenden Baustellenabfälle müssen frühzeitig in der Auftragsplanung mit berücksichtigt werden.

Grundsätzlich gilt entsprechend den Vorgaben der **Gewerbeabfallverordnung**, dass die Baustellenabfälle bei der Erfassung soweit wie möglich in verwertbare Fraktionen aufzuteilen und nicht mit gefährlichen Stoffen zu vermischen sind. Dazu zählen Stoffe, die mit der Umwelt reagieren können wie z. B. Farb- und Lösemittelreste, Holzschutzmittel usw. Weitere Hinweise dazu finden sich auf der Seite Zimmerer > Abfallentsorgung > Überwachung.

Falls Baustellenabfälle nicht in verwertbare Fraktionen aufgeteilt werden können, werden sie wie folgt zugeordnet:

Abfallschlüssel	Abfallbezeichnung	Hinweise
17 09 03	**gemischte Bau- und Abbruchabfälle, die gefährliche Stoffe enthalten**	enthält Verunreinigungen mit Klebstoffen, alten Faserdämmstoffen u. ä.
17 09 04	gemischte Bau- und Abbruchabfälle	ohne gefährliche Verunreinigungen

Insbesondere alte **Dämmmaterialien bzw. Asbestabfälle** können dazu führen, dass die Baustellenabfälle als **besonders überwachungsbedürftig** einzustufen sind. Sie sollten deshalb unbedingt **getrennt von den unproblematischen Baustellenabfällen gehalten** werden. Inzwischen gibt es Verfahren, um **Mineralfaserabfälle als Zuschlagstoff in der Zementindustrie** zu verwerten. Dies vereinfacht den Entsorgungsnachweis erheblich!

Die Entsorgung von Baustellenabfällen ist oft teuer und zeitaufwändig. Der genaue Anfall ist im Vorfeld meist nicht bekannt. **Der erforderliche Entsorgungsaufwand kann durch eine abgestimmte Planung mit dem Bauherrn und anderen Gewerken optimiert werden**:

1. Die Planung und Vorbereitung der Entsorgung muss **von Anfang an** mit einbezogen und nicht als Notmaßnahme kurzfristig ergänzt werden.
2. Berücksichtigung aller Entsorgungsaspekte in den **Verträgen**
   - Maßnahmen
   - Verantwortlichkeiten
   - Eigentum
   - Kosten
3. **Anzahl und Größe der Container abklären:** entsprechend der zu entsorgenden Abfallarten möglichst in Abstimmung mit anderen Gewerken auf der Baustelle
4. Abstimmung mit den **Straßenbehörden**, wenn die Container im Straßenbereich aufgestellt werden müssen.
5. **Information der Mitarbeiter** über die richtige Zuordnung
6. **Sichern der Container** vor unbefugter Benutzung
7. **Dokumentation** der entsorgten Abfälle für die spätere Abrechnung

Wer die konkreten Entsorgungsmöglichkeiten für die verschiedenen Abfallarten in seiner Region kennt, sollte überlegen, ob er die anfallenden Abfälle nicht **direkt bei der jeweiligen Annahmestelle** abliefern kann. Das erspart eigene Container und Entsorgungskosten und ist allemal günstiger als die Entsorgung von gemischten Baustellenabfällen. Informationen dazu sind bei den Bürgermeister- und Landratsämtern zu erhalten.

Altholz



Im Zug des Umbaus von Wohnungen und Häusern wird im größeren Umfang auch Gebrauchtholz aus der Anwendung durch den Zimmerer ausgebaut und einer Entsorgung zugeführt. Früher wurden diese Abfallfraktionen überwiegend als gemischte Bau- und Abbruchfälle auf den Deponien entsorgt. Durch die neue **Altholzverordnung** müssen diese Hölzer nun getrennt gehalten und einer Verwertung zugeführt werden.

Die Altholzverordnung unterscheidet für die spätere Verwertung zwischen folgenden **Kategorien:**

Tabelle: Altkategorien nach der Altholzverordnung

Kategorie	Bezeichnung	Herkunft	Abfallschlüssel
A I	naturbelassenes oder lediglich mechanisch bearbeitetes Altholz, das bei seiner Verwendung nicht mehr als unerheblich mit holzfremden Stoffen verunreinigt wurde	unbehandelte Konstruktionshölzer	03 01 05 15 01 03
A II	verleimtes, beschichtetes, lackiertes oder anderweitig behandeltes Altholz ohne halogenorganische Verbindungen in der Beschichtung und ohne **Holzschutzmittel**	Bauspanplatten, Schalhölzer, Innentüren, Profilbretter für Innenverkleidungen, Dielen, Zierbalken mit Farbanstrichen	15 01 03 17 02 01
A III	Altholz mit halogenorganischen Verbindungen in der Beschichtung ohne Holzschutzmittel	Möbel mit PVC-Kanten oder PVC-Beschichtungen	20 01 38 20 03 07
A IV	mit Holzschutzmitteln behandeltes Altholz, wie Bahnschwellen, Leitungsmasten, Hopfenstangen, Rebpfähle, sowie sonstiges Altholz, das aufgrund seiner Schadstoffbelastung nicht den Altholzkategorien A I, A II oder A III zugeordnet werden kann, ausgenommen PCB-Altholz	mit Holzschutzmitteln behandelte Konstruktionshölzer für tragende Teile, Dachsparren, Fenster, Haustüren, imprägnierte Hölzer aus dem Außenbereich, Gartenmöbel, Zäune, Brandholz	17 02 04
PCB-Altholz	Altholz, das **PCB** im Sinne der PCB/PCT-Abfallverordnung ist und nach deren Vorschriften zu entsorgen ist, insbesondere Dämm- und Schallschutzplatten, die mit Mitteln behandelt wurden, die polychlorierte Biphenyle enthalten	Mit Steinkohlenteerölen imprägnierte Masten oder ähnlich behandelte Dämm-Schallschutzplatten	17 06 03

Sofern mehr als 1 m³ an Altholz anfällt, besteht für den Abfallerzeuger die Pflicht, dieses Altholz entsprechend den aufgeführten Kategorien zu trennen und einem Altholzverwerter zuzuführen.

Altholz der Kategorie A I und A II ist dafür geeignet, in der **stofflichen Verwertung** neue Spanplatten zu fertigen. Die Verordnung gibt Grenzwerte für bestimmte Gefahrstoffe vor, die der Altholzverwerter sicherstellen muss, damit keine Gefahrstoffanreicherung in den neu gefertigen Spanplatten erfolgen kann.

Althölzer der **Kategorien A III oder A IV** müssen **thermisch in einer dafür geeigneten Anlage verwertet** werden. PCB-Altholz muss einer Beseitigung zugeführt werden, da die Umweltrisiken bei dieser Abfallfraktion sehr hoch sind.

Althölzer der Kategorie IV können Holzschutzmittel enthalten. Dies schließt alle typischen Holzschutzmittel für die Imprägnierung der Konstruktionshölzer ein. Solche

Holzschutzmittelbehandlungen wurden bis in die 70er Jahre generell bei derartigen Hölzern durchgeführt.

Zusätzlich bleibt beim Gebrauchtholz ungewiss, welche **weiteren Beschichtungen der Anwender im Laufe der Nutzung aufgebracht** hat. Auch Innentüren z.B. wurden früher gerne mit Fensterlack gestrichen, der im erheblichen Umfang Blei oder **PCP** enthalten hat. Dies erschwert die Einschätzung des Gefahrenpotenzials von Gebrauchthölzern.

Um die Zuordnung zu den jeweiligen Kategorien zu erleichtern, hat man in der Altholzverordnung eine Herkunftsvermutung eingeführt, d.h. aufgrund der baulichen Herkunft kann das Holz in vielen Fällen eindeutig einer Kategorie zugeordnet werden. Dazu muss der Betrieb, von dem das Altholz stammt, die Menge und die Herkunft auf einem **Anlieferungsschein** dokumentieren.

Näheres zur Altholzverordnung kann unter Rechtsgrundlagen > Abfallwirtschaft > Stoff und Produktbezogene Regelungen > Altholz nachgelesen werden.

Vermeidungsansätze

- Damit Altholz erst gar nicht entsteht, sollten die aus Holz erstellen Produkte **eine hohe Lebensdauer aufweisen**. Gerade im Konstruktionsbereich werden häufig viele Fehler gemacht, die dazu führen, dass Bauschäden auftreten. Nur ein **konsequenter konstruktiver Holzschutz** kann dafür sorgen, dass die Holzkonstruktionen eine lange Lebensdauer haben. Nähere Informationen können unter Zimmerer > Holzschutz nachgelesen werden.
- Die **Holzart** hat entsprechend seiner Witterungsbeständigkeit ebenfalls einen großen Einfluss auf die Lebensdauer des jeweiligen Außenbauteils.

- Die Nachhaltigkeit von Holzhäusern hängt ganz erheblich mit ihrer **Anpassungsfähigkeit an wechselnde Nutzerbedürfnisse und Reparaturfähigkeit** zusammen. Die Produktgestaltung entscheidet erheblich über die Nutzungsdauer und Gebrauchstauglichkeit. Weitere Hinweise dazu finden sich unter Wichtig für alle Branchen > Produktverantwortung > Produktgestaltung.

Verwertungsmaßnahmen

- Die Kategorien A I und A II entsprechen den Brennstoffgruppen 4 - 7 gemäß der **1. BImSchV**. D. h. Altholz der Kategorie A I kann in Holzfeuerungsanlagen ab 15 kW, Altholz der Kategorie A II in Anlagen ab 50 kW Nennwärmeleistung als Brennstoff genutzt werden. Sofern ein Betrieb die Möglichkeit hat, in **seiner eigenen Holzfeuerung derartige Althölzer thermisch zu nutzen**, müssen diese nicht mehr teuer entsorgt werden.
- Für eine stoffliche Verwertung der Gebrauchthölzer ist es erforderlich, die Schadstoffe aus Lacken und Holzschutzmitteln weitestgehend auszuschließen. Damit eine stoffliche Verwertung nicht erschwert wird bedarf es einer ausreichenden Trennung von Hölzern der Kategorie A IV und der Kategorie A I oder A II.
- Eine energetische Verwertung von Gebrauchthölzern der Kategorie A III und A IV kann nur in Anlagen der **17. BImSchV** erfolgen. Das gültige Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) ermöglicht es, dass für die **Einspeisung von Strom aus Biomassekraftwerken** eine Vergütung zwischen 6,4 und 13 ct/kWh gezahlt wird. Dies hat in den letzten Jahren die Planung und Errichtung entsprechender Kraftwerke sehr vorangetrieben, sodass heute ein Markt für thermisch verwertbare Althölzer entstanden ist, der auch die Entsorgung für die Zimmererbetriebe günstig beeinflusst.

Es ist empfehlenswert, sich **bei verschiedenen Entsorgern für Althölzer nach den angebotenen Verwertungsmöglichkeiten zu erkundigen**, da die Entsorgungspreise in Bewegung gekommen sind.

Asbest/Dämmstoffe



Nach Erhebungen des Fraunhofer-Instituts für Toxikologie, Hannover, sind noch bis zu 800 Mio. m² Asbestzement- und Wellplatten im Wohnhaussektor verbaut. Jährlich dürften daraus etwa 20 - 22 Mio m² zur **Entsorgung** anstehen.

Dabei kommen folgende Produkte vor:

- Asbestzementrohre, -wellplatten
- Asbestzement-Fassadenplatten
- Fußbodenbeläge als Vinyl-Asbestplatten
- Feuerschutztüren
- Nachtspeicheröfen

Abbruch und Sanierungsmaßnahmen dürfen nur von dafür zugelassenen Betrieben unter Aufsicht eines Sachkundigen drüchgeführt werden. Hierbei können sehr hohe Belastungen mit Asbestfasern entstehen. Asbeststaub kann noch nach Jahrzehnten Erkrankungen an Lunge und Rippenfell verursachen. Die Folge sind Krankheiten wie **Asbestose** (Asbeststaublunge) sowie **Lungen- und Rippenfellkrebs**. Asbesthaltige Produkte dürfen deshalb schon seit Jahren in Europa nicht mehr verwendet.



T Giftig

Es gelten folgende **R-Sätze**

R 45 Kann Krebs erzeugen
R 48/23 Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Einatmen

Ebenso entstehen bei vielen Abbrucharbeiten **Abfälle aus Dämmstoffen**. Die Fasern der früher verwendeten Mineralfaserdämmstoffe können sich ähnlich den Fasern bei Asbest in der Lunge festsetzen. Bei Tierversuchen wurde ein **erhöhtes Krebsrisiko** festgestellt. Seit dem Jahr 2000 müssen deshalb auf dem Markt verwendete Mineralfasern nachweisen, dass sie keine krebserzeugenden Fasern verwenden.

Abfalltechnisch können die Abfälle aus Asbest und Dämmstoffen wie folgt zugeordnet werden:

Abfallschlüssel	Abfallbezeichnung	Hinweise
17 06 01	**Dämmmaterial, das Asbest enthält**	**Die Entsorgung von asbesthaltigem Material sollte nur durch entsprechend geschulte Spezialfirmen mit Sachkundenachweis nach TRGS 519 erfolgen!**
17 06 03	**Anderes Dämmmaterial, das aus gefährlichen Stoffen besteht oder solche enthält**	Dämmmaterialien aus Glas- und Steinwolle, die vor dem Jahr 2000 eingebaut worden sind, bei der Handhabung sind die Vorgaben der TRGS 521 "Faserstäube" zu beachten.
17 06 05	**asbesthaltige Baustoffe**	Demontage von Platten aus Asbestzement oder asbesthaltigen Bodenbelägen. **Die Entsorgung von asbesthaltigem Material sollte nur durch entsprechend geschulte Spezialfirmen mit Sachkundenachweis nach TRGS 519 erfolgen!**

Alle genannten Abfallarten sind als **besonders überwachungsbedürftig** eingestuft. Allgemeine Informationen zum Umgang mit diesen Abfällen finden sich unter Zimmerer > Abfallentsorgung > Sonderabfälle.

Die Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) hat speziell für die Entsorgung von asbesthaltigen Abfällen ein Merkblatt herausgegeben. Weitere Informationen zum Nachweisverfahren können unter Rechtsgrundlagen > Abfallwirtschaft > Nachweisverfahren nachgelesen werden.

Merkblatt Umgang mit Asbestabfällen (pdf, 113 KB)

Abfallerfassung

Das **Abfälle dürfen vor dem Deponieren nicht zerkleinert, geschüttet oder geworfen werden**, um nicht unnötig Fasern freizusetzen.

Als **geeignete Behälter** können genannt werden:

- Feste, dicht schließende Kunststoffsäcke für körnige, gewebte oder stückige Abfälle
- Mit Planen verschlossene Container für große plattenförmige Asbestzementplatten
- Paletten mit Abdeckplane für stapelbare Asbestzementprodukte
- Fässer für spritzasbesthaltige Abfälle

Bild: Säcke für stückige Abfälle

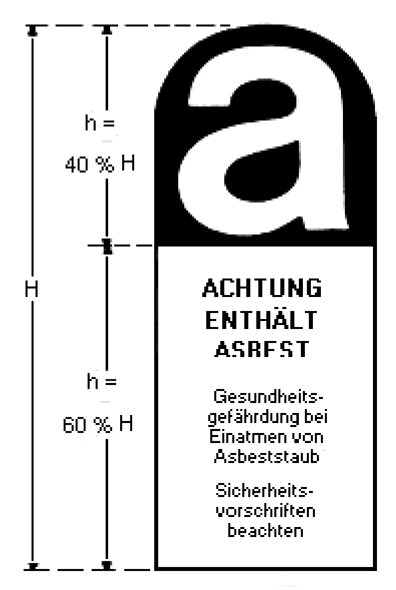


Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH

Bei der Abfallaufnahme und Bereitstellung für den Transport ist **das Freiwerden von Stäuben durch geeignete Maßnahmen zu unterbinden**. Die Befeuchtung der Materialien trägt zur Bindung der Faserstäube bei. Foliensäcke und Behälter sind ausreichend abzudichten.

In Abstimmung mit den Annahmebedingungen des zuständigen Abfallbeseitigers sind die Säcke und Behälter zu verpacken und wie folgt zu kennzeichnen:

Bild: Kennzeichnung von asbesthaltigen Abfällen



Quelle: TRGS 519 "Asbest - Sanierungs-, Instandhaltungs- und Abbrucharbeiten", Nr. 9.3, Ausgabe 11/2001

Weitere Hinweise zum Ablauf von Abbrucharbeiten können unter Zimmerer > Baustelle > Abbrucharbeiten nachgelesen werden.

Metalle

Beim Aus- und Umbau fallen auch immer wieder Metallteile an. Diese sind oft fest verbunden mit den jeweiligen Einrichtungen - aber es lohnt sich zunehmend sie auszubauen und getrennt zu entsorgen. Dabei kann es sich um folgende Abfallarten handeln:

Abfallschlüssel	Abfallbezeichnung	Hinweise
17 04 01	Kupfer, Bronze, Messing	Alte Beschläge, Leitungen...
17 04 02	Aluminium	Fensterbänke, Regenschienen...
17 04 03	Blei	alte Rohre
17 04 05	Eisen und Stahl	Beschläge, Rohre, Stahlzargen, Lackkanister
17 04 07	gemischte Metalle	gemeinsame Erfassung

Verwertungsmaßnahmen

Während früher alle Altmetalle in einen Behälter geworfen wurden, wird es angesichts der anziehenden Rohstoffpreise zunehmend interessanter, **auch kleine Mengen an Metallen zu trennen** und damit Erlöse zu erzielen. Angesichts der guten Marktpreise werden die Betriebe zumeist von

Schrotthändlern regelmäßig aufgesucht. Die Trennung kann in Gitterboxen oder leeren Lackkanistern erfolgen.

In jedem Fall **lohnt es sich, Metallteile getrennt zu halten** und zu entsorgen. Wenn sie gemeinsam mit anderen Baustellenabfällen gemischt entsorgt werden müssen, fallen Kosten statt Erlöse an.

Bauschutt

Auch wenn bei einer Modernisierungsmaßnahme nur wenig Bauschutt anfällt: Angesichts des deutlichen Preisunterschiedes in der **Entsorgung** sollte man die getrennte Erfassung und Verwertung von Bauschutt erwägen. Im Einzelnen handelt es sich dabei um:

Abfallschlüssel	Abfallbezeichnung	Hinweise
17 01 07	gemischter Bauschutt	Ziegel, Mauerwerk, Beton, Keramik, Fließen u. ä.

Verwertungsmaßnahmen

Bauschutt kann gut als Bodenunterlage im Baubetrieb genutzt werden. Voraussetzung ist, dass er **keine schädlichen Stoffe enthält.** Das heißt, er darf nicht mit Stoffen vermischt sein, die noch mit der Umwelt reagieren können, wie z. B. Farb- und Lösemittelreste, Holzschutzmittel u. ä. Daneben dürfen Bauschuttabfälle nicht mit Holzteilen, Dämmmaterialien oder ähnlichem vermischt sein, um diese Fraktion getrennt verwerten zu können.

Gerade bei Steinbrüchen oder im Tagebau werden gezielt Bauschuttfraktionen zum Verfüllen benötigt. Wo es sich anbietet, sollte man deshalb entsprechend den evtl. vorhandenen Annahmemöglichkeiten in der Region den Bauschutt trennen, um ihn damit möglichst kostenlos entsorgen zu können.

Aufgrund des hohen Gewichts von Bauschutt sollte dieser von sonstigen Baustellenabfällen **unbedingt getrennt gehalten** werden, um die Entsorgungskosten nicht unnötig in die Höhe zu treiben.

Wertstoffe

Verpackungsabfälle machen volumenmäßig einen ganz erheblichen Anteil der Gesamtabfallmenge im Betrieb aus. Die **Verpackungsverordnung** unterscheidet von der Funktion her zwischen den Arten:

- **Transportverpackung**
  Kisten, Säcke, Paletten, Kartonagen, geschäumte Schalen, Schrumpffolien und ähnliche Umhüllungen, die zum Schutz vor Transportschäden eingesetzt werden
- **Verkaufsverpackungen**
  Verkaufsverpackungen umschließen direkt das gekaufte Produkt bis zu dessen Verbrauch
- **Umverpackungen**
  Sie dienen als Verkaufshilfe für den Verkauf der Produkte. Häufig bestehen sie aus **Blister**, Folien oder Kartonagen

Grundsätzlich gilt für alle Abfalltypen eine Rücknahmepflicht für denjenigen, der die Verpackung in den Verkehr bringt. Reden Sie deshalb mit Ihrem Lieferanten, wie er seiner Rücknahmepflicht gerecht wird.

In der Praxis haben sich zwei Modelle zur **Entsorgung** von Wertstoffen etabliert:

- Bei Mengen bis maximal 1100 Liter je Stoffgruppe wird die Abholung durch das Duale System Deutschland mit Hilfe gelber Säcke oder Container im ortsüblichen Abfuhrrhythmus bewerkstelligt.
- Bei größeren Mengen werden die Wertstoffe über das Interseroh-System erfasst. Darunter werden alle Verpackungen im gewerblichen Bereich einer Wiederverwertung zugeführt.

Neben den Verpackungsabfällen können im Zimmererhandwerk auch Batterien und Akkus anfallen, die wiederverwertet werden können. Für deren Verwertung gelten besondere Rechtsvorschriften. Näheres hierzu findet sich unter Rechtsgrundlagen > Abfallwirtschaft > Stoffund Produktbezogene Regelungen > Batterien.

Metallverpackungen

Metallverpackungen in Zimmereibetrieben kommen in folgenden Bereichen vor:

- Metallkartuschen für Montageschäume
- Kanister und -kannen

Dabei handelt es sich um die Abfallarten:

Abfallschlüssel	Abfallbezeichnung	Hinweise
15 01 10	**Verpackungen, die Rückstände gefährlicher Stoffe enthalten oder durch gefährliche Stoffe verunreinigt sind**	Montageschaumkartuschen
15 01 04	Verpackungen aus Metall	restentleerte Lackkanister

Sobald die Verpackung mit gefährlichen Stoffen wie Farb- oder Holzschutzmittelreste verunreinigt ist, muss sie als Sonderabfall entsorgt werden.

Metallkartuschen

Die 1-Komponenten Schäume für die Abdichtung von Außenbauteilen enthalten einen Schaum aus Polyurethan, der mittels Treibgasen die Randöffnungen der montierten Fenster abdichtet. Auch die leeren Kartuschen enthalten immer noch **Restbestandteile von gefährlichen Stoffen**, sodass sie nicht mit den normalen Verpackungsabfällen entsorgt werden sollten.

Vermeidungsansätze

Anstelle von Montageschäumen kann man auch **andere Dämmmaterialien** wie z.B. Mineralwolle oder Schafwolle verwenden, um die Randöffnungen um das Fenster abzudichten.

Verwertungsmaßnahmen

Seitdem die Rücknahmepflicht auch für schadstoffbelastete Verpackungen gilt, wurde bundesweit das **PDR-System** eingeführt. Damit werden verschmutzte Metallkartuschen für Montageschäume einer Wiederverwertung zugeführt.

Bild: PDR-Zeichen



Die leeren Kartuschen sollten in den **Originalkartons gesammelt** werden. Entweder können sie über den Lieferanten zurückgenommen werden oder sie werden im Betrieb abgeholt. Dazu muss der Betrieb bei der Zentralstelle eine Abholung anmelden. Dies wird in der Regel aber erst vorgenommen, wenn wenigstens 8 Kartons zusammenkommen.

Durch die bundesweit einheitliche Verbreitung ist die Verwertung von Metallkartuschen für Montageschäume kein Problem.

Lackkanister oder Holzschutzmittelkannen

Lacke, lösemittelhaltige Holzschutzmittel und andere Oberflächenmaterialien werden in der Regel in Metallverpackungen angeliefert. Die Metallverpackung stellt die bestmögliche Abdichtung gegen Licht und UV-Strahlen dar.

Vermeidungsansätze

Die Vermeidung von Metallbehältern erfolgt im Zusammenhang mit dem optimalen Einsatz der Oberflächenmaterialien. Für Vermeidungsansätze finden sich im Bereich Zimmerer > Abfallentsorgung > Oberflächenmaterialien > Vermeidung weitere Anregungen.

Verwertungsmaßnahmen

Von Kanistern, die noch geringe Mengen an Lösemitteln enthalten, gehen **erhebliche Brandgefahren** aus. Das Luft-Lösemittelgemisch ist wesentlich entzündungsfähiger als das eines vollen Kanisters. Deshalb sollten Restbestände an Lacken oder Holzschutzmitteln ausreichend abgedichtet gelagert oder gänzlich restentleert werden.

Bild: Restentleerung von Kanistern



- Leere Kanister können in der Werkstatt als **Abfalleimer** oder auf der Baustelle als **Tragehilfe** eingesetzt werden.
- In der Regel werden die Kanister auch von **Schrotthändlern** angenommen. Dazu ist es oft hilfreich, wenn die Behälter offen sind, um eine ausreichende Kontrolle der Restentleerung zu ermöglichen.
- Viele Lack- und Holzschutzmittelhersteller haben sich dem bundesweiten KBS - **Kreislaufsystem Blechpackungen Stahl GmbH** - angeschlossen. Das KBS bietet ein bundesweites Rücknahme- und Verwertungssystem für Kanister und Blechbehälter an.

Bild: KBS-System



Kunststoffe

Kunststoffabfälle aus Verpackungen kommen in Zimmereibetrieben in vielerlei Form vor:

- Styropor-Formteile
- Folienverpackungen
- Blisterfolien
- Kunststoff-Kartuschen von Dicht- und Klebemassen
- Kunststoffbehälter

Alle diese Abfälle können der folgenden Abfallgruppe zugeordnet werden:

Abfallschlüssel	Abfallbezeichnung	Hinweise
15 01 02	Verpackungen aus Kunststoff	Folien, Kartuschen u. ä.

Bild: Verpackungsabfälle



Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH/Lemgo

Vermeidungsansätze

Bislang konnten sich nur in Teilbereichen Mehrwegsysteme etablieren. Sie sind abhängig von übergreifenden Standards bzw. Verfügbarkeit, was leider für viele Artikel nur sehr eingeschränkt gegeben ist.

- Im Hinblick auf die große Vielzahl der Um- und Transportverpackungen sollte man bei regelmäßiger Belieferung mit seinem **Lieferanten** die Verpackung auf das unbedingt Notwendige **abstimmen**.
- Gerade für Reinigungsflüssigkeiten ist es interessant, nicht viele kleine Chargen zu kaufen, sondern ein **größeres Gebinde**. Die Mitarbeiter können sich dann über **nachfüllbare Sprühflaschen** ihren Bedarf abfüllen. Dadurch wären die Einkaufskosten günstiger und die Verpackungen für die Kleingebinde vermieden.

Bild: Sprühflasche



Verwertungsmaßnahmen

Für alle Kunststoffverpackungen gelten die Rücknahmepflichten entsprechend den Vorgaben der **Verpackungsverordnung**. Nähere rechtliche Informationen dazu können auf der Seite Rechtsgrundlagen > Abfallwirtschaft > Stoff- und produktbezogene Regelungen > Verpackungen nachgelesen werden.

Im Privatverbraucherbereich dominiert hierbei das System **Grüner-Punkt**. Viele Betriebe sind im Umfeld von privaten Haushalten angesiedelt und können dadurch ihre Kunststoffverpackungen über den Gelben Sack oder Gelbe-Container abholen lassen. Die vom Grünen-Punkt erfassten Verpackungen werden entgegen vielerlei Vorurteilen zu mehr als 97% einer Verwertung zugeführt. Die große Vielzahl an Kunststoffen mit ihren unterschiedlichsten Zusätzen erschweren eine stoffliche Verwertung erheblich. Deshalb hat sich neben der werkstofflichen auch die rohstoffliche Verwertung im Bereich der Kunststoffverpackungen etabliert. Durch die **werkstoffliche Verwertung** werden aus den gesammelten Kunststoffabfällen neue Produkte hergestellt:

Bild: Werkstoffliche Verwertung

Recycling von Kunststoff - werkstofflich

Sortierte Kunststoffverpackungen sortenrein

z.B. Flaschen

z.B. Folien

Zerkleinern

Waschen/ Trennen nach Dichte

Trocknen

Umschmelzen

Extruder

Sortenreines Granulat

Kunststoffverarbeitung

Blumenkästen, Rohre, Getränkekästen usw.

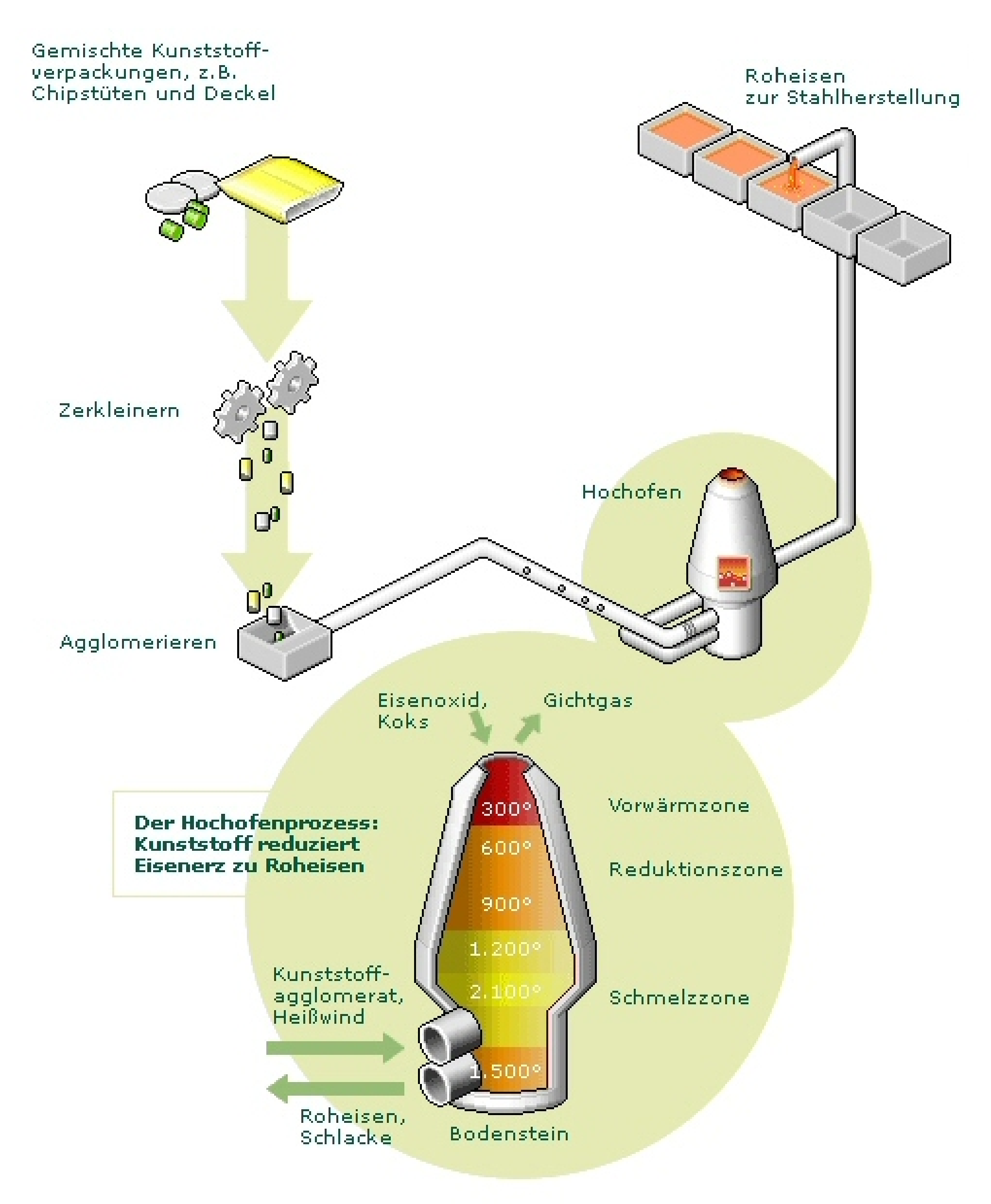
Folien usw.

Quelle: Grüner-Punkt

Moderne Sortiertechniken erleichtern inzwischen die Trennung der verschiedenen Kunststoffarten, sodass die gesammelten Kunststoffe zunehmend auch stofflich wiederverwertet werden können.

Bei der **rohstofflichen Verwertung** werden die Kunststoffabfälle in den Stahlfertigungsprozess eingebunden. Sie werden ein Teil der Stahlerzeugung und ersetzen dadurch den ansonsten notwendigen Einsatz von Schweröl.

Bild: Rohstoffliche Verwertung



Quelle: Grüner-Punkt

Gerade in größeren Betrieben aber kommen häufig auch Kunststoffverpackungen vor, die nicht mit dem Grünen-Punkt gekennzeichnet sind. Folien werden typischerweise im Privatbereich nicht in größerem Umfang eingesetzt, sondern überwiegend im Transport zwischen gewerblichen Betrieben. Hier kann auf Verwertungswege des **Interseroh-Systems** zurückgegriffen werden. Über den ortsansässigen Entsorger werden dabei typischerweise große Säcke mit einem Volumen von 1 m³ eingesetzt, in denen die Abfälle im Vergleich zum Gelben Sack stärker nach ihren Typen sortiert werden. So sind Folien, Styropor oder Kartuschen in jeweils eigenen Säcken getrennt zu erfassen.

Besonderer Wert ist grundsätzlich darauf zu legen, dass die **Verpackungen sauber** sind. Verunreinigte Verpackungen können nicht verwertet werden und stellen Abfälle zur Beseitigung dar!

Papier und Pappe

Trotz aller Computerisierung ist uns das papierlose Büro bislang erspart geblieben. Dank der Marketingaktivitäten der Lieferanten kann man sicher sein, dass man auch jeden Tag Post erhält. Aber auch die Tendenz, Halbfertig- und Fertigteile zuzukaufen, haben die Papier und Pappeabfälle deutlich erhöht. Dabei handelt es sich abfallrechtlich um die Fraktionen:

Abfallschlüssel	Abfallbezeichnung	Hinweise
15 01 01	Verpackungen aus Papier und Pappe	Transportverpackungen von Anlieferungen
20 01 01	Papier und Pappe	Büropapiere, Prospekte u. ä.

Vermeidungsansätze

- Die unangeforderte Zusendung von Katalogen und Prospekten verstopft nicht nur den Briefkasten, sondern auch die Abfallbehälter. Hier kann es sinnvoll sein, **mit seinem Lieferanten Art und Umfang des zugesendeten Informationsmaterials abzustimmen**. Bei gänzlich unerwünschten Zusendungen sollte man direkt telefonisch abklären, zukünftig nicht mehr berücksichtigt werden zu wollen. Das Risiko ist bei dem großen Umfang der Zusendungen groß, dass wirklich wichtige Sachen oder interessante Informationen in der Papierflut übersehen werden!
- Aufgrund der schnellen Bearbeitung mit dem Computer werden viele Papiere umsonst oder fehlerhaft gedruckt. Es ist einfach möglich, diese Papiere nicht gleich in den Abfallbehälter zu entsorgen, sondern soweit möglich **als Schmierpapier zu verwenden**. Für rein interne Informationen oder Testausdrucke kann das Papier immer noch verwendet werden.

Verwertungsmaßnahmen

- Papier und Pappe lassen sich sehr gut verwerten. Der Rohstoffmarkt hat sich in den letzten Jahren stabilisiert. Das Altpapier kann in vielerlei Form wieder in den Produktkreislauf rückgeführt werden. Insofern ist das **Interesse auch der Entsorger recht groß, häufig kostenlos Altpapier und Pappen abzuholen**. Im Einzelfall kann man sich mit seinem regionalen Ansprechpartner diesbezüglich informieren.
- Pappen von angelieferten Türen oder ähnlichem lassen sich häufig zunächst als **Transportschutz verwenden**, wenn man die Produkte auf die Baustelle fährt. Insofern werden die Transportpappen zunächst noch einmal im Betrieb als solche genutzt, bevor sie entsorgt werden müssen.
- Generell ist der Lieferant zur Rücknahme der Transportpappen verpflichtet. Er muss sie aber nicht abholen, sondern kann auf ein gemeinsames Rücknahmesystem wie z.B. Interseroh verweisen. Allerdings kann es bei entsprechender Abstimmung mit dem Lieferanten für beide Seiten sinnvoll sein, dass das Lieferfahrzeug die **Transportpappe der letzten Lieferung bei der Neulieferung von Produkten wieder mitnimmt**.
- Die Mitarbeiter sollten informiert werden, dass **es wenig sinnvoll ist, Container oder Restmüllcontainer mit Papieren oder Pappen zu füllen**. Sie nehmen bei geringem Gewicht viel Platz ein und müssen somit teuer bezahlt werden.

Besonders für Papier und Pappe gilt, dass sie für eine Verwertung nicht verschmutzt sein dürfen. Sie sollten auch nicht durchnässt sein von einer offenen Lagerung im Freien.

Batterien und Akkus

Batterien und Akkus unterliegen der Batterieverordnung, d.h. es gibt für die Hersteller eine generelle Rücknahmepflicht. Batterien und Akkus lassen sich der folgenden Abfallart zuordnen:

Abfallschlüssel	Abfallbezeichnung	Hinweise
16 06 02	**Ni-Cd-Batterien**	Batterien und Akkus aus Handmaschinen

Akkus auf der Basis von Nickel-Cadmium sind als Sonderabfall einzustufen. Sie dürfen nicht in den herkömmlichen Haus- und Gewerbeabfall landen, sondern müssen von den Lieferanten zurückgenommen werden.

Nähere rechtliche Informationen zur Batterieverordnung finden sich unter Rechtsgrundlagen > Abfallwirtschaft > Stoffund Produktbezogene Regelungen > Batterien.

Vermeidungsansätze

Im betrieblichen Alltag haben Akkus inzwischen eine sehr wichtige Bedeutung. Viele Handmaschinen im Bankraum und auf der Baustelle werden heute ohne Kabel betrieben.

- Die Lebensdauer eines Akkus hängt stark vom **Ladeverhalten** ab. NiCd-Akkus bekommen einen **Memory-Effekt**, wenn sie auch im halbvollen Zustand nachgeladen werden. Dieser Memory-Effekt vermindert das Speichervermögen erheblich und führt schnell zum Verschleiß des Akkus. Deshalb sollten Akkus möglichst nur vollständig entleert nachgeladen werden.
- Gerade im Bankraum kann durch eine **gezielte Energieversorgung** im Arbeitsbereich des Mitarbeiters ermöglicht werden, dass auch wechselstrombetriebene Handmaschinen hier sinnvoll eingesetzt werden können. Diese sind zumeist zuverlässiger und langlebiger als die vergleichbaren Akku-Modelle.
- Der Akku ist häufig das teuerste an der Handmaschine. Deshalb gehen viele Betriebe dazu über, **neue Handmaschinen anstatt neue Akkus** zu kaufen. Dies mag sich zwar im Einzelnen manchmal rechnen, führt aber im täglichen Betriebsalltag zu einer Wegwerfmentalität, die sich auch auf die Handhabung teurerer Maschinen auswirkt.

Bild: Ladegerät und Akku



Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH/Lemgo

Verwertungsmaßnahmen

Um es für die Verbraucher nicht zu kompliziert zu machen, werden alle Batterien gemeinsam über das Rücknahmesystem des Handels erfasst. Die Batterien werden soweit wie möglich von Schadstoffen entfrachtet und einer Wiederverwertung zugeführt.

Bild: Rücknahmesystem Batterien



Aufgrund der teilweise **hohen Schadstoffgehalte** in Akkus sollten Batterien und Akkus unbedingt getrennt einer Wiederwertung zugeführt werden und nicht im Restmüll landen!

Restmüll

Alles, was nicht durch geeignete Aufbereitung und Trennung einer Verwertung zugeführt werden kann, muss beseitigt werden. Diese Mischabfälle umfassen zumeist:

- Kantenreste
- verbrauchtes Schleifpapier
- ausgehärtete Lackreste
- ausgehärtete Klebe- und Leimabfälle
- Holzasche
- Kleinmengen an Bauschutt und Baustellenabfällen
- Reste an Isoliermaterial
- Kehricht

Bild: Kehricht



Mischabfälle werden gemeinsam über eine Sammelbezeichnung für den Restmüll entsorgt:

Abfallschlüssel	Abfallbezeichnung	Hinweise
20 03 01	gemischte Siedlungsabfälle	Mischabfälle oder nichtverwertbare Abfallfraktionen

Die **Gewerbeabfallverordnung** sieht vor, dass die Kommune von jedem Betrieb eine Restmülltonne verlangen kann, die über die Entsorgungseinrichtungen des Kreises oder der Stadt entsorgt werden muss.

Bild: Restmülltonne



Vermeidungsansätze

Eine genaue Analyse des Restmülls zeigt, dass sich oft eine Vielzahl von Verpackungsresten, Papierabfällen und Altstoffen aus der Produktrücknahme darunter befinden. **Eine genaue Beschriftung des Restmüllcontainers und Information der Mitarbeiter kann dazu beitragen, dass diese Wertstoffe nicht dem allgemeinen Siedlungsabfall untergemischt werden**.

Ein gut geführter Betrieb sollte höchstens die Hälfte des Restmülls eines vergleichbar großen Privathaushaltes erzeugen.

Je größer der Restmüllcontainer, desto "schwerer" die Trennung in verwertbare Abfälle. **Große Container sind nicht nur teuer, sondern verführen zu einem großzügigen Umgang mit den Abfällen**.

Unternehmensführung

Stand für den Handwerksmeister früher vor allem die technische Herstellung eines Produktes im Vordergrund, so muss er heute viel mehr als Manager tätig sein. Seine Hauptaufgabe besteht darin, Kunden anzusprechen und von der Qualität seiner Produkte zu überzeugen. Dabei spielt es eine wichtige Rolle, mit welchen Umweltauswirkungen das Produkt hergestellt wurde und mit welchen Einflüssen der Kunde in der Anwendung zu rechnen hat.

- Der **Arbeitsschutz** hat sich in den letzten Jahren stark gewandelt. Früher wurden konkrete technische Auflagen durch die Aufsichtsbehörden kontrolliert. Heute muss der Betriebsinahber **selbst die konkrete Gefährdung seines Betriebes nach dem Stand der Technik kontrollieren und bewerten**.
- Neuangeschaffte Maschinen müssen müssen eine **CE-Kennzeichnung** aufweisen. Dies ermöglicht, die Auswirkungen der Maschinen im Bezug auf den Arbeits- und Umweltschutz besser zu planen und zu kontrollieren.
- Die **Mitarbeiter gilt es ausreichend zu informieren und zu motivieren**. Sie sind die eigentliche Quelle der Wertschöpfung im Zimmererhandwerk und müssen den Umwelt- und Arbeitsschutz konkret vor Ort leben.

- Wer seine **Umweltauswirkungen** einmal zahlenmäßig erfasst, wird schnell feststellen, dass **hier einige betriebswirtschaftliche Reserven stecken**. Es bedarf geeigneter Instrumente, um die erforderlichen Daten einfach zu erfassen und auszuwerten.
- Die hohen technischen Anforderungen an die Herstellung erfordern eine zunehmende Spezialisierung der Betriebe. Gleichzeitig will der Kunde aber nur mit einem Ansprechpartner zu tun haben. Daher sind Komplettangebote gefragt, die sich aber nur in Kooperation mit geeigneten Partnern aufstellen lassen. **Handwerk und Kooperation sind Zukunftsthemen,** denen sich der Betriebsinhaber immer wieder neu stellen muss.
- Das Ganze muss bezahlbar bleiben. Gerade für kleine und mittlere Betriebe gibt es immer wieder eine ganze Menge an **Fördermöglichkeiten** - von der Beratung über die Darlehensfinanzierung bis hin zu Zuschüssen. Wer sich regelmäßig informiert und schnell reagiert, kann für sich und seine Kunden entsprechende Projekte günstig finanzieren.

Gefährdungsbeurteilung

Wer seinen Betrieb erfolgreich führen will, muss dessen Risiken kennen **-** sowohl für die Umwelt als auch für die Mitarbeiter. Das seit 1996 gültige **Arbeitssicherheitsgesetz** hat deshalb den **Arbeitsschutz als Führungsaufgabe** herausgestellt. Der Arbeitgeber soll nicht mehr nur konkrete technische Vorgaben der Berufsgenossenschaft umsetzen, sondern selbständig die **konkreten Gefährdungen**

1. der **Arbeitsmittel und Anlagen**
2. der **Arbeitsbedingungen**

für die Mitarbeiter und die Umwelt erfassen und beurteilen. **Er hat dabei den aktuellen Stand der Technik zu berücksichtigen**, um einen maximalen Schutz vor Unfällen, Bränden und Explosionen zu gewährleisten. Dies wird in der **Baustellenverordnung** und der **Betriebssicherheitsverordnung** weiter konkretisiert. Im Schadensfall wird der Arbeitgeber dies der Versicherung (z.B. der Berufsgenossenschaft) umfassend nachweisen müssen. Bei größeren Personen- oder Sachschäden kann auch der Staatsanwalt aktiv werden. Insofern ist eine regelmäßige Gefährdungsbeurteilung stets auch eine **wichtige Haftungsvorsorge**.

Zur **Umsetzung der Gefährdungsbeurteilungen** stehen dem Betriebsinhaber **folgende Möglichkeiten** zur Verfügung:

- Er schult einen seiner Mitarbeiter als **Sicherheitsfachkraft** (dies ist für Betriebe mit mehr als 50 Mitarbeiter zwingend erforderlich)
- Er qualifiziert sich im Rahmen der so genannten **Unternehmerschulung** der Holz-BG selbst
- Er beauftragt ein **externes Ingenieurbüro**, die entsprechenden Gefährdungsbeurteilungen durchzuführen und zu dokumentieren

Näheres zu den **konkreten Anforderungen an die Qualifikation einer Sicherheitsfachkraft** bzw. Inhalte der Unternehmerschulung können der **Vorschrift BGV A2 "Betriebsärzte und Fachkräfte für Arbeitssicherheit"** entnommen werden. Nähere Informationen hierzu finden sich auf der Internetseite der BG-Bau.

Bei einer Beschäftigtenzahl über 10 Mitarbeitern ist die Gefährdungsbeurteilung schriftlich zu dokumentieren.

Gefährdungsbereiche

Die Gefährdungsbeurteilung muss folgende **Gefahrenbereiche** berücksichtigen:

- Lärmbelastungen
- Beleuchtung
- Mechanische Gefährdungen
- Ergonomische Belastungen
- Gesundheitsgefährdung durch **Gefahrstoffe**
- Brand- und Explosionsschutz
- Organisationsrisiken

Für die Gefährdungsbeurteilung finden sich an unterschiedlichen Stellen des Portals hilfreiche Informationen, um die einzelnen Gefahrenbereiche ausreichend beurteilen zu können.

Tabelle: Gefährdungsbereiche im Zimmererhandwerk

Bereich	Stichworte	Weitere Informationen
Organisation	• Sicherheitstechnische Betreuung • Arbeitsmedizinische Betreuung • Arbeitsunfälle • Betriebsanweisungen/Schulungen • Gefahrstoffverzeichnis • Persönliche Schutzausrüstungen	Rechtsgrundlagen > Arbeitsschutz
Lager	• Gefahrstofflager	Zimmerer > Planung/Modernisieren > Gefahrstofflager
Maschinen	• Mechanische Gefährdungen • Lärmbelastung • Transportmöglichkeiten • Werkzeuge • Absaugung • Sicherheitskennzeichnungen • Unterweisungen	Zimmerer > Technologien
Handmaschinen	• Beleuchtung • Mechanische Gefährdungen • Transportmöglichkeiten • Absaugung • Unterweisungen	Zimmerer > Technologien > Handarbeitsmaschinen
Baustelle	• Baustellenkoordination • Absturzsicherung • Kran • Abbrucharbeiten • Stromversorgung	Zimmerer > Baustelle
Prüfpflichtige Anlagen	• Druckbehälter • Kraftbetätigte Tore	Zimmerer > Planung > Druckluft

	• Stapler • Feuerlöscher/Rauchschutzklappen	Zimmerer > Planung > Materialtransport Zimmerer > Planung > Brandschutz
Oberfläche	• Absaugung • Explosionsschutz • Beleuchtung	Zimmerer > Planung > Oberflächenbereich
Absaugung	• Absaugfilter • Rückluft/Abluft • Spänelagerung • Explosionsschutz	Zimmerer > Planung > Maschinenabsaugung
Holzschutzmittel	• Trog-/Tränkanlagen • Imprägnieranlagen	Zimmerer > Technologien > Holzschutzbehandlung
Büroarbeitsplätze	• Lärm • Beleuchtung • Ergonomie Bildschirmarbeitsplätze	Zimmerer > Planung/Modernisieren > Lärmschutz > Werkstattbereich Wichtig für alle Branchen > Energie > Einsparmöglichkeiten

Unter den aufgeführten Verweisen finden sich vielfältige **Hinweise zu den jeweils spezifischen Gefährdungen** und den Möglichkeiten, diese technisch und organisatorisch zu minimieren.

Rechtliche Rahmenbedingungen

Bei der Beurteilungen der Gefährdungen müssen vielfältige rechtliche Rahmenbedingungen beachtet werden.

Organisation	• Arbeitsschutzgesetz • Baustellenverordnung • **BGV** A1 Grundsätze der Prävention • BGV A2 Betriebsärzte und Fachärzte für Arbeitssicherheit • PSA-Benutzungsverordnung
Gefahrstoffe	• **Gefahrstoffverordnung** • **TRGS 553 Holzstaub**
Lärm	• BGV B3 Lärm
Sicherheit	• **Betriebssicherheitsverordnung** • **ASR** 10/1 Türen/Tore • ASR 13/1,2 Feuerlöscheinrichtungen • ASR 7/3 Künstliche Beleuchtung • BGV D8 Sicherheitskennzeichnung • BGV A3 Elektrische Anlagen und Betriebsmittel

	• BGV D25 Verarbeiten von Beschichtungsstoffen • BGV C12 Silos • BGV D6 Krane
Ergonomie	• **Lastenhandhabungsverordnung** • **Bildschirmarbeitsverordnung**

Vorlagen zur Gefährdungsbeurteilung

Die Berufsgenossenschaft Bau hat für das Zimmererhandwerk eine spezielle CD herausgebracht, mit der man für alle betrieblichen Bereiche die relevanten Gefährdungen mit Hilfe von Fragelisten erfassen kann. Die Ergebnisse können abgespeichert werden und stehen für die eigene Dokumentation zur Verfügung. Die CD kann man über den zuständigen Außendienstmitarbeiter der BG-Bau erwerben.

Heben und Tragen

Die hohen Kosten für Krankheitsausfälle aufgrund von Rückenbeschwerden verdeutlichen, dass hier ein **vorbeugender Arbeitsschutz jedem Betrieb viel Geld sparen hilft**.

Als Grundsatz für eine rückenschonende Arbeit gilt, dass **Einzellasten über 25 kg nur mit Hebe- und Transporthilfen gehoben und getragen werden sollten**. Wo solche Hilfsmittel nicht zur Verfügung stehen, sollten die Lasten auf unter 25 kg verkleinert oder von mehreren Personen gemeinsam transportiert werden. Hinweise zu Trage- und Transporthilfen finden sich unter Zimmerer > Planung/Modernisieren > Materialtransport > Manueller Transport.

In Abhängigkeit von Alter und Geschlecht werden in der nachfolgenden Tabelle Lastgewichte genannt, die bei regelmäßigem Heben und Tragen von Lasten mit einem erhöhten Risiko für die Entwicklung bandscheibenbedingter Erkrankungen der Lendenwirbelsäule verbunden sein können.

Tabelle: Gefährdungsbereiche im Zimmererhandwerk

Alter	Last in kg bei Frauen	Last in kg bei Männern
15 - 17 Jahre	10 kg	15 kg
18 - 39 Jahre	15 kg	25 kg
ab 40 Jahre	10 kg	20 kg

Quelle: Ärztliches Merkblatt Bandscheibenbedingte Erkrankungen der Lendenwirbelsäule

Lässt sich das Heben und Tragen schwerer Lasten nicht verhindern, dann muss der Arbeitgeber die körperliche **Eignung der eingesetzten Mitarbeiter** berücksichtigen. Außerdem sind die Mitarbeiter im sicheren Handhaben von Lasten zu **unterweisen**.

Stemmarbeiten



Häufig müssen Stemmarbeiten auf den Balken von Hand durchgeführt werden. Dabei wird der Rücken durch das verdrehte Sitzen besonders belastet.

Bei Stemmarbeiten mit geradem Rücken möglichst nahe der Stemmstelle sitzen. Gerades Sitzen belastet die Wirbelsäule weniger.

Das Heben von schweren Kanthölzern



Das Anheben und Tragen von schweren Kanthölzern will geübt sein. Dabei sollte wie folgt vorgegangen werden:

- Man geht am Ende des Balkens in die Hocke und nimmt den Balken mit beiden Händen auf.
- Anheben des Balkens mit beiden Armen bis zur Schulterhöhe und unter dem Balken bis zum Schwerpunkt vorgehen.
- Danach kann man sich den Balken einfach auf die Schulter legen und ausbalancieren.
- Die ausgestreckte Arm hält den Balken in der Waagrechten.

Lange Gegenstände an einem Ende aufnehmen, damit nicht die ganze Last auf einmal angehoben werden muss.

Aufnehmen und Absetzen aus der Hocke

Kein Abwerfen des Balkens von der Schulter ab, um eine ruckartige Belastung der Wirbelsäule zu vermeiden.

Das gemeinsame Heben von schweren Balken



Beim gemeinsamen Tragen von schweren Balken sollte der größere und kräftigere immer hinten gehen. Er bestimmt auch, auf welcher Schulter getragen wird und gibt die Kommandos: "Aufnehmen, loslaufen, anhalten und ablegen".

- Gemeinsames aufnehmen des Balkens an einem Ende aus der Hocke und auflegen auf die Schulter des Hintermanns.
- Anschließend aus der Hocke heraus am anderen Ende mit geradem Rücken den Balken aufnehmen und auf die gleiche Schulter wie der Hintermann legen.
- Das Ablegen erfolgt in umgekehrter Reihenfolge.

Schwere Lasten immer zu zweit heben. Vorher gemeinsam das Zusammenwirken abstimmen!

Die Last auf den gleichen Schultern tragen.

Heben von schweren Schaltafeln



Schaltafeln werden ebenfalls vom Ende aufgenommen. Man geht in die Hocke und ergreift die Stirnsteite der Tafel, um sie mit beiden Händen aufzustellen.

- Danach näher an die Tafel herangehen, um sie in der Mitte zu greifen und aus den Knien anzuheben.
- Tafel aufrichten und auf die Schulter legen. Den Oberkörper dabei so wenig wie möglich verdrehen und zur Seite neigen.
- Das Ablegen erfolgt dann in der umgekehrten Reihenfolge.

Explosionsgefährdete Bereiche

Die **Betriebssicherheitsverordnung** macht für die Bereitstellung und Benutzung von sicherheitstechnisch besonders relevanten Arbeitsmitteln konkrete Vorgaben zur Gefährdungsbeurteilung. Darunter sind insbesondere **Anlagen und Arbeitsbereiche** zu verstehen, die eine **erhöhte Explosionsgefährdung** aufweisen.

Näheres zur **Betriebssicherheitsverordnung** kann im Bereich Rechtsgrundlagen > Betriebs- und Anlagensicherheit > Betriebssicherheit nachgelesen werden. Im Zimmererbereich sind davon insbesondere folgende Arbeitsmittel betroffen:

- Druckbehälter
- Absauganlagen/Spänelagerung
- Oberflächenbereich/Lacklagerung

Druckbehälter

Der Betreiber einer Druckluftanlage muss die Gefährdung kontrollieren, die vom Betrieb des Druckbehälters ausgeht und entsprechend dem **Stand der Technik** die notwendigen sicherheitstechnischen Prüfungen festlegen. Dabei werden Druckbehälter anhand der Faktoren Überdruck und Behältervolumen in verschiedene **Klassen** eingeteilt.

Alle stationären Anlagen im Zimmererbereich fallen typischerweise in die Klasse IV, während kleinere Mobilanlagen in der Regel in die Klasse II eingeteilt werden.

Im Normalfall kann von folgender **Regelüberprüfung** ausgegangen werden:

Druckbehälterklasse	Erstprüfung	Wiederholungsprüfung
Klasse II	Bei der Aufstellung durch einen **Sachkundigen**	nicht erforderlich
Klasse IV	Bei der Aufstellung durch einen Sachkundigen	Alle 5 Jahre Innere Prüfung Alle 10 Jahre Druckprüfung durch einen **Sachverständigen**

Für die Beurteilung sollten zudem folgende **betriebsspezifischen Faktoren** berücksichtigt werden:

- Wechselbeanspruchung mit vollen An- und Abfahrtzyklen
- Belastung durch Korrosion
- Besondere Anforderungen an die Bedienung
- Spezielle Auflagen der Gewerbeaufsicht (s. Weitere Informationen > Adressen > Behörden)

Grundsätzlich sollten **Wechselbeanspruchungen des Druckbehälters vermieden werden**, da sie die Materialverbindungen besonders belasten.

Zur **Dokumentation** sollten vorliegen:

1. Betriebsanweisung
2. Aufzeichnungen zu Wartungen und Reparaturen
3. Bescheinigungen der regelmäßigen Prüfungen

Bei Anschaffung eines Neugerätes sollte die Beurteilung gemeinsam mit dem Lieferanten abgestimmt werden und Bestandteil der Lieferung sein. Nach der Aufstellung kann die entsprechende Meldung an die Aufsichtsbehörde weitergeleitet werden.

Bei Altgeräten sollte es in der Regel möglich sein, bei der nächsten anstehenden Wiederholungsprüfung mit dem Sachverständigen die Beurteilung durchzugehen und sich von ihm unterschreiben zu lassen.

Checkliste zur **Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung** von Druckbehältern (pdf, 105 KB)

Weitere Informationen zum Thema Druckluft und Leckagen können auf der Seite Zimmerer > Planung/Modernisieren > Druckluftversorgung eingesehen werden.

Absaugfilter/Spänelagerung

Explosionen können entstehen, wenn ein explosionsfähiges Staub/Luft-Gemisch sowie eine wirksame Zündquelle vorhanden ist. Zündquellen sind z.B.:

- funkenreißende Bearbeitungswerkzeuge
- Schlag- und Reibfunken von eingesaugten Metallteilen
- elektrostatische Entladungen
- heißgelaufene Maschinenteile
- Blitzschlag
- Eintrag von Glimmnestern

Die Holz-BG hat folgende **Kenngrößen zum Brand- und Explosionsverhalten von Holzstaub** veröffentlicht (BGI 739 Holzstaub).

Bild: Kenngrößen Holzstaub

Kenngröße	Maßeinheit	Erläuterung
Schleifstaub, Holzmehl	< 200 µm	Korngröße (Median)
Brennzahl (BZ)	4/5	Glimmbrand / offener Brand
Zündtemperatur	400 °C	Niedrigste Temperatur zum Entzünden eines Staub/Luftgemisches
Glimmtemperatur (GT)	300 °C	Niedrigste Temperatur zum Entzünden eines Staubschicht von 5 mm Dicke
Mindestzündenergie (MZE)	100 mJ	Mindestenergie zum Entzünden eines Staub/Luftgemisches
Untere Explosionsgrenze (UEG)	30 g/m³	niedrigste Konzentration eines Stoffes in der Luft, bei der durch Zündung eine Explosion ausgelöst werden kann.
max. Explosionsüberdruck (p_{max})	10 bar	maximaler Druck, der bei der Explosion eines Staub/Luftgemisches auftritt
max. zeitlicher Druckanstieg (K_{ST}Wert)	200 bar m/s	Höchstwert für den zeitlichen Druckanstieg bei einer Explosion in einem geschlossenen Behälter
Ex-Fähigkeit	St 1	Klasseneinteilung

Quelle: Holz-Berufsgenossenschaft, BGI 739 Holzstaub, August 2002

Zur Bestimmung des Umfangs der Maßnahmen, die zur Vermeidung wirksamer Zündquellen erforderlich sind, werden die Bereiche nach Häufigkeit und Dauer des Auftretens einer explosionsgefährlichen Atmosphäre in verschiedene Zonen eingeteilt:

Zone	Beschreibung
Zone 20	Bereich, in dem **explosionsfähige Atmosphäre** in Form einer Wolke brennbaren Staubes in Luft **ständig oder langzeitig** oder häufig vorhanden ist.
Zone 21	Bereich, in dem damit zu rechnen ist, dass explosionsfähige Atmosphäre in Form einer Wolke brennbaren Staubes in der Luft bei Normalbetrieb **gelegentlich** auftritt.
Zone 22	Bereich, in dem bei Normalbetrieb nicht damit zu rechnen ist, dass explosionsfähige Atmosphäre in Form einer Wolke brennbaren Staubes in der Luft auftritt, wenn sie aber dennoch auftritt, dann **nur kurzzeitig**.

Im Bereich der Absauganlage, Filtereinheit und Spänelagerung lassen sich typischerweise folgende Zuordnungen treffen:

Bereich	Explosionszone	Schutzmaßnahmen
Filteranlage mit einem Luftvolumenstrom von mehr als 6.000 m³/h und diskontinuierlicher Abreinigung	**Zone 21**	Druckentlastungseinrichtungen nach VDI 3673
Siloeinbaufilter Siloaufsatzfilter	**Zone 20**	Druckentlastungseinrichtungen nach VDI 3673
Rückluftleitung zwischen Filtereinheit und Arbeitsraum	**Zone 22**	Explosionstechnische Entkopplung Rückluftleitung/Filter
Silo mit pneumatischer Befüllung	**Zone 20**	Druckentlastungseinrichtungen nach VDI 3673

Die Schutzmaßnahmen zielen darauf ab, dass

- **Elektrische und nicht elektrische Geräte** in explosionsgefährdeten Bereichen so beschaffen sind, dass sie **keine wirksamen Zündquellen** darstellen können
- Vorkehrungen getroffen wurden, um **Explosionsauswirkungen so gering wie möglich** zu halten

Genauere **technische Hinweise**, wie die Schutzmaßnahmen in den einzelnen Bereichen umgesetzt werden können, finden sich in der **BGI 739 Holzstaub** der Holz-Berufsgenossenschaft oder können im Bereich Zimmerer > Planung/Modernisierung > Maschinenabsaugung nachgelesen werden.

Neben den technischen Anforderungen an einen ausreichenden Brand- und Explosionsschutz sind auch ausreichend **organisatorische Maßnahmen** im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung zu prüfen:

- Schriftliche Betriebsanweisungen für das Arbeiten in Silos
- Arbeitsfreigabesystem für Schweiß-, Schneid-, Löt-, Auftau-, Trenn- und Schleifarbeiten durch einen Erlaubnisschein
- Regelmäßige Kontrolle der Filterflächen und Ventilatorflügel auf Beschädigungen
- Verbot von Zündquellen, wie z.B. durch Rauchen
- Vollständige Kennzeichnung der explosionsgefährdeten Bereiche (Reinigungsbereiche).

Oberflächenbereich/Lacklagerung

Bei der Verarbeitung und Lagerung von brennbaren Flüssigkeiten können explosionsfähige Gas-/Luftgemische entstehen. In Verbindung mit einer Zündquelle ergeben sich Explosionsgefahren im Oberflächen- und Lacklagerbereich. Die Bereiche werden nach Häufigkeit und Dauer des Auftretens von gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre in folgende Zonen eingeteilt:

Zone 0	Bereich, in dem gefährliche **explosionsfähige Atmosphäre** als Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen ständig über lange Zeiträume oder **häufig vorhanden** ist.
Zone 1	Bereich, in dem sich bei Normalbetrieb **gelegentlich eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre** als Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen bilden kann.
Zone 2	Bereich, in dem bei Normalbetrieb eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre als Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen normalerweise nicht oder aber **nur kurzzeitig auftritt**.

In welchem Umfang der jeweilige Betrieb brennbare Flüssigkeiten einsetzt, kann sich aus dem Gefahrstoffverzeichnis ergeben. Nähere Informationen dazu finden sich auf der Seite Zimmerer > unternehmensführung > Gefährdungsbeurteilung > Gefahrstoffe.

Oberflächenbereich

Im Oberflächenbereich ergibt sich typischerweise folgende Gefährdungseinteilung:

Gefährdung	Bereich
Zone 1	2,5 m im Umkreis des Spritzstandes bei der Verarbeitung von **leicht entzündlichen Flüssigkeiten**
Zone 2	2,5 m im Umkreis des Spritzstandes bei der Verarbeitung von entzündlichen Flüssigkeiten
Feuergefährdung	Rest des Spritzraumes bzw. Trockenraums

Bild: Kennzeichnung von entzündlichen Flüssigkeiten



Für die **Explosionszone 1** sind im Oberflächenbereiche folgende **Anforderungen** entsprechend den Vorgaben der BGI 740 "Lackierräume" zu nennen:

- Um Aufladungen zu vermeiden sind alle **Metallteile elektrostatisch miteinander zu verbinden**.
- Alle Elektromotoren in der Zone 1 (z.B. Ventilator), Schalter und Leuchten sind als **Betriebsmittel der Geräte II** und der Gerätekategorie 2G explosionsgeschützt auszustatten.

Anlagen die vor dem 30.6.2003 in Verkehr gebracht wurden, müssen entsprechend der VDE-Richtlinie 0165 Exgeschützt ausgestattet sein und die **Schutzart** IP 54 aufweisen.
- **Kein Einsatz von funkenerzeugenden Werkzeugen**

Für einen **ausreichenden Brandschutz** ist erforderlich:

- Ausreichende Verfügbarkeit von **Feuerlöscheinrichtungen**
- Möglichst **kurze Fluchtwege** direkt nach draußen oder in einen anderen Brandabschnitt
- **Leuchten und Schalter** müssen die Schutzart IP 54 aufweisen
- **Fußböden, Decken und Wände** müssen aus nichtbrennbaren Baustoffen (DIN 4102-A) bestehen
- Oberflächenräume müssen **feuerbeständig (F 90) von anderen Betriebsbereichen getrennt** sein.
- Sofern die Absaugung die Außenwand durchbricht sind zusätzliche **Brandschutzklappen** (DIN 4102-6) erforderlich.
- **Fluchttüren** müssen selbstschließend sein, in Fluchtrichtung aufschlagen und **feuerhemmend** ausgebildet (T 30) ausgebildet sein.

Weitere **Hinweise zur Gestaltung und Planung von Oberflächenbereichen** können unter Zimmerer > Planung/Modernisierung > Oberflächenbereich nachgelesen werden.

Lacklagerung

Die Lagerung von entzündlichen Flüssigkeiten bedarf besonderer Sicherheitsvorkehrungen. Im Hinblick auf den Explosionsschutz werden dabei folgende Bereiche unterschieden:

Gefährdung	Bereich
Zone 1	Lagerräume, in denen neben der Lagerung auch leicht entzündliche Flüssigkeiten angemischt oder umgefüllt werden.
Zone 2	bei rein passiver Lagerung von entzündlichen Flüssigkeiten

Die Anforderungen an die elektrische Ausstattung der Zone 1 wurden bereits oben beschrieben. In Lacklagern, in denen regelmäßig gemischt und umgefüllt wird, bedarf es, um einen ausreichenden Luftaustausch sicherzustellen, zudem einer technischen Lüftung.

Für die **Explosionszone 2** sind im Bereich des Lacklagers folgende Anforderungen entsprechend den Vorgaben der BGI 740 "Lackierräume" zu nennen:

- Alle **Elektromotoren** in der Zone 1 (z.B. Ventilatoren), Schalter und Leuchten sind als Betriebsmittel der Geräte II und der Gerätekategorie 3G explosionsgeschützt auszustatten. Anlagen, die vor dem 30.6.2003 in Verkehr gebracht wurden, müssen entsprechend der VDE-Richtlinie 0165 Exgeschützt ausgestattet sein und die Schutzart IP 54 aufweisen
- **Kein Einsatz von funkenerzeugenden Werkzeugen**

Für die **Belüftung des Raumes** reicht eine Zuluftöffnung von 40 x 40 cm im Bodenbereich aus. Damit wird ein Luftwechsel von ca. 0,4 x Raumvolumen pro Stunde sichergestellt.

Die brandschutztechnischen Vorgaben entsprechen denen für den Oberflächenbereich.

Weitere **Hinweise zur Gestaltung von Lacklagern** können auf der Seite Zimmerer > Planung/Modernisierung > Gefahrstofflager nachgelesen werden.

Organisatorische Maßnahmen

Da im Oberflächenbereich/Lacklagerung die Mitarbeiter unmittelbar gefährdet sind, werden weitere organisatorische Maßnahmen zu einem ausreichenden Brand- und Explosionsschutz besonders wichtig:

- **Betriebsanweisungen** über den Umgang mit den Oberflächenmaterialien
- **Regelungen über die Wartung** der Anlagen, Sicherstellen der Abreinigung von Lackstaub
- **Arbeitsfreigabesystem** für Schweiß-, Schneid-, Löt-, Auftau-, Trenn- und Schleifarbeiten durch einen Erlaubnisschein
- **Kennzeichnung** der Bereiche "explosionsgefährdeter Bereich" und "Feuer, offenes Licht und Rauchen Verboten"

Bild: Kennzeichnung im Oberflächenbereich/Lacklagerung



Gefahrstoffe

Während die Betriebssicherheit die Rahmenbedingungen für die **Gefährdungsbeurteilung** von Arbeitsmitteln beschreibt, ergeben sich aus der **Gefahrstoffverordnung** die Vorgaben für die Beurteilung aller Stoffe, deren Verarbeitung die Gesundheit und Sicherheit der Mitarbeiter gefährdet.

Die Hersteller solcher Gefahrstoffe sind entsprechend den Vorgaben der Verordnung daran gehalten, die Stoffe ausreichend zu kennzeichnen und durch **Sicherheitsdatenblätter** zu beschreiben. Die Gefährdungen können entstehen durch:

1. **Einatmen**
2. **Hautkontakt**
3. **Brand- und Explosionsgefahren**

Im Bereich Wichtig für alle Branchen > Gefahrstoffe finden sich vielfältige Hinweise zum Umgang mit Gefahrstoffen. Die rechtlichen Grundlagen sind im Bereich Rechtsgrundlagen > Gefahrstoffe und Gefahrgut > Gefahrstoffe ausführlicher erläutert.

Gefährdungsbeurteilung

Jeder Arbeitgeber muss die Gefährdung durch Gefahrstoffe für seine Mitarbeiter beurteilen und entsprechende Schutzmaßnahmen treffen. Das Zimmererhandwerk arbeitet zwar mit einer Vielzahl von **Gefahrstoffen**, doch sind die sich daraus ergebenden Gefährdungen überschaubar und im Rahmen der **Grundsicherung** ausreichend handhabbar. Dazu gehören folgende Schritte:

1. Anlegen eines **Gefahrstoffverzeichnisses**
2. Einholen von **Sicherheitsdatenblätter** für alle Gefahrstoffe
3. Evtl. weitere **Sicherheitsinformationen** der Berufsgenossenschaft-Bau
4. Vorgaben für die **Handhabung im Betrieb** durch die technischen Informationen des Herstellers
5. Einleiten von **Schutzmaßnahmen** wie persönliche Schutzausrüstungen, technische Hilfsmittel usw.

Gefahrstoffverzeichnis

Um eine Gefährdungsbeurteilung der Gefahrstoffe vornehmen zu können, muss zunächst ein Gefahrstoffverzeichnis erstellt werden. In ihm wird dokumentiert, mit welchen Gefahrstoffen wo im Betrieb gearbeitet wird. Im Zimmererhandwerk geht es dabei um folgende Bereiche:

- Verarbeiten und Lagern von **Oberflächenmaterialien**
- **Holzschutzmittelbehandlung** von Holzoberflächen
- **Verleimen und Verkleben**
- Belastungen durch **Holzstaub** bei der maschinellen Bearbeitung

Im Gefahrstoffverzeichnis sollten folgende Angaben gemacht werden:

- Arbeitsbereich
- **Bezeichnung** des Produkts
- **Hersteller**
- **Gefahrzeichen** (reizend, entzündlich...)
- **R-Sätze** (sind unter dem Gefahrzeichen vermerkt, z. B. "R 10 entzündlich")
- Gelagerte Menge
- Geschätzte **Verarbeitungsmenge pro Jahr**

Ein solches **Gefahrstoffverzeichnis kann verhältnismäßig einfach bei der jährlichen Inventur erstellt werden**. Die gelagerte Menge gibt Hinweise auf die relative Bedeutung der einzelnen Gefahrstoffe und ermöglicht die Einschätzung von Brand- und Explosionsgefahren.

Für die Erstellung eines Gefahrstoffverzeichnisses können **gleichartige Produkte eines Herstellers in der Beschreibung zusammengefasst** werden, z.B. unterscheiden sich Farblasuren nur im Farbton oder Glanzgrad, nicht aber durch ihre gefährlichen Inhaltsstoffe.

Beispiel eines Gefahrstoffverzeichnisses (doc, 39 KB)

Sicherheitsdatenblatt

Die Hersteller eines Gefahrstoffs sind dazu verpflichtet, ein Sicherheitsdatenblatt zu erstellen, aus dem alle Gefährdungen und Schutzmaßnahmen im Umgang mit dem Produkt hervorgehen. Dieses Sicherheitsdatenblatt muss beim ersten Ausliefern eines Produkts beigefügt werden. Zudem müssen sie dem Verarbeiter alle relevanten Informationen zur Verfügung stellen, damit er die Gefährdungen (s.o.) bei der Verarbeitung des Produkts in seinem Betrieb beurteilen kann.

Hinweise zum inhaltlichen Verständnis von Sicherheitsdatenblättern finden sich auf der Seite Zimmerer > Materialien > Materialeinkauf > Materialbeurteilung.

Aus der Informationsschrift **"BGI 739 Holzstaub"** werden ausführlich alle Gefährdungen im Zusammenhang mit Holzstaub erläutert. Im Detail können sie auf der Seite Zimmerer > Planung/Modernisierung > Maschinenabsaugung > Holzstaub nachgelesen werden.

Arbeitsplatzgrenzwerte

Für die meisten Gefahrstoffe wurden **Arbeitsplatzgrenzwerte** (früher MAK-Werte) definiert. Sie kennzeichnen die zulässige maximale Belastung durch einen Gefahrstoff für den Verarbeiter gemittelt über eine gesamte Arbeitsschicht.

Die Hersteller sind in ihren Sicherheitsdatenblättern daran gehalten, die in ihren Produkten enthaltenen Gefahrstoffe auszuweisen und deren jeweilige Arbeitsplatzgrenzwerte zu nennen. Bei der Verarbeitung von Oberflächenmaterialien kann davon ausgegangenen werden, dass bei einer ausreichend dimensionierten Oberflächenabsaugung die Arbeitsplatzgrenzwerte der einzelnen Gefahrstoffe nicht erreicht werden.

Bei der **Verarbeitung von Klebstoffen** ergeben sich zumeist nur kurzzeitige Belastungen, sodass in der Regel davon ausgegangen werden kann, dass die maßgeblichen Luftgrenzwerte ebenfalls nicht erreicht werden.

Für die Beurteilung des Arbeitsplatzgrenzwertes von Holzstaub gibt es eine **spezielle Branchenlösung im Rahmen der TRGS 553 Holzstaub**. Dort sind die technischen Voraussetzungen für die dauerhaft sichere Einhaltung des maßgeblichen Grenzwertes von 2,0 mg Holzstaub/m³ beschrieben. Entsprechend beurteilte Arbeitsbereiche können dann als staubarm eingestuft werden.

Einsatz und Verarbeitung im Betrieb

Normalerweise werden für alle Gefahrstoffe von den Herstellern So genannte **technische Merkblätter** erstellt. Sie beschreiben, wie das jeweilige Produkt zu verarbeiten ist und informieren die Mitarbeiter z.B. darüber, bei welchem Druck sie den Lack verarbeiten sollen, welche Düsengröße einzusetzen ist, usw.

Es bietet sich an, **Sicherheitsdatenblätter** und **Technische Merkblätter** zuzuordnen und in einem **gemeinsamen Ordner** aufzubewahren. Das Gefahrstoffverzeichnis gibt dazu einen Überblick über alle verarbeiteten Gefahrstoffe im Betrieb. Zudem können hier die **Unterweisungen** der Mitarbeiter ebenfalls abgelegt werden, sodass alle Elemente eines Gefahrstoffmanagements in einfacher Form verfügbar sind.

Schutzmaßnahmen

Bei der Beurteilung von Schutzmaßnahmen im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung von Gefahrstoffen sollte folgende Rangfolge eingehalten werden:

1. **Ersatz eines Gefahrstoffs** durch einen weniger gefährlichen Stoff
2. **Emissionsarme Arbeitsverfahren**, um die Entstehung des Gefahrstoffes so gering wie möglich zu halten
3. **Absaugung** frei werdender Gefahrstoffe an der Entstehungsstelle
4. **Organisatorische Maßnahmen**
5. Geeignete **persönliche Schutzausrüstung**

Ersatz eines Gefahrstoffs durch einen weniger gefährlichen Stoff

Die beste Schutzmaßnahme ist es, einen Gefahrstoff durch einen weniger gefährlichen Stoff zu ersetzen. Folgende Beispiele können genannt werden:

- Wasserlösliche statt lösemittelhaltige Imprägnierungen
- Wasserlösliche Beizen statt Lösemittelbeizen
- Öle/Wachse statt Nitrolacke
- **Aromatenfreie** Oberflächenmaterialien
- Chlorfreie Abbeizer
- Einheimische Hölzer statt sensibilisierende Tropenhölzer

Nähere Informationen dazu finden sich im Bereich Zimmerer > Materialen

Einsatz von emissionsarmen Arbeitsverfahren

Die Kapselung von gefährlichen Arbeitsprozessen ist im Handwerk nur sehr bedingt möglich. In der industriellen Fertigung werden z.B. Lackierarbeiten in abgeschotteten Spritzautomaten durchgeführt. Als ähnliche Beispiele können für das Zimmererhandwerk genannt werden:

- Verwendung von Rollen statt Spritzen bei der Verarbeitung von Ölen
- Einsatz von geschlossenen Spülgeräten für die Reinigung von Düsen, Bechern und anderen Spritzutensilien

Absaugung frei werdender Gefahrstoffe an der Entstehungsstelle

Die Absaugung von Dämpfen, Stäuben und Gasen wird auf vielfältige Weise vorgenommen. Holzstäube, Lacknebel, Lackschleifstäube, Dämpfe und Gase sind an der Entstehungsstelle so abzusaugen, dass die Arbeitsplatzgrenzwerte sicher eingehalten werden.

An den holzverarbeitenden Maschinen muss eine wirksame Absaugung installiert sein, um den entstehenden Staub ausreichend zu erfassen. Die technischen Voraussetzungen dafür sind in der **BGI 739 Holzstaub** ausführlich erläutert. Sie können auch im Bereich Zimmerer > Technologien nachgelesen werden.

Für die Verarbeitung von Oberflächenmaterialien sollte immer eine Absaugung vorhanden sein. Die dafür möglichen technischen Konzepte sind auf der Seite Zimmerer > Planung/Modernisieren > Oberflächenbereich > Konzeptionen näher erläutert. Die **BGI 740 Lackierräume** enthält hierzu entsprechende Hinweise.

Bei der Verleimung und Verklebung handelt es sich um Prozesse, die nur kurzzeitig wirksam sind und an vielen unterschiedlichen Stellen (Werkstatt, Montage, ...) vorgenommen werden. Es bietet sich daher nicht an, eine spezielle raumlufttechnische Absaugung zu installieren.

Organisatorische Maßnahmen

Damit die Mitarbeiter mit den Gefahrstoffen und der eingesetzten Verarbeitungstechnik sicher umgehen können, bedarf es ausreichender organisatorischer Maßnahmen:

- Sicherstellung der **Kennzeichnung von Behältern**, in denen Gefahrstoffe enthalten sind.

  Gerade im Oberflächenbereich werden häufige **kleinere Reste in lebensmittelähnlichen Gefäßen aufbewahrt**. Dies ist nicht nur für das Material ungeeignet, sondern **kann zu Fehlgebrauch führen**. Reste sollten in dafür geeigneten lichtundurchlässigen Kunststoffgefäßen gelagert werden, die mit derselben Produktangabe wie das Originalgefäß versehen sind.

- Die **Arbeitsbereiche**, in denen mit Gefahrstoffen umgegangen wird, sollten ebenfalls **ausreichend gekennzeichnet** werden, damit für alle Mitarbeiter eindeutige Warnhinweise gegeben sind. Hinweise für die Kennzeichnung von Oberflächenbereichen und Lacklagern können auf den Seiten Zimmerer > Planung/Modernisieren > Oberflächenbereich und Zimmerer > Planung/Modernisierung > Gefahrstofflager nachgelesen werden.

- **Wartung und Reinigung** stellen wichtige Maßnahmen dar, um die Funktionsfähigkeit der technischen Einrichtungen sicherzustellen. Dazu gehören:

    - Kontrolle der Absaugfilter im Oberflächenbereich
    - Reinigung der Fußböden von Lackstäuben
    - Kontrolle der Filtersäcke in der Filtereinheit der Maschinenabsaugung
    - Dichtigkeit von Absaugrohren und Absaugschläuchen
    - Funktionsfähige Ventilatorflügel bei der Maschinenabsaugung
    - Aufsaugen von Staubansammlungen im Werkstattbereich

  Weitere Hinweise zur Wartung und Reinigung können in den jeweiligen Bereichen der Betriebsplanung und Technologien nachgelesen werden.

- Beschäftigte, die mit Gefahrstoffen umgehen, sind durch **Betriebsanweisungen** über die Gefährdungen und den Einsatz von Technik und persönlicher Schutzausrüstung zu informieren.

Persönliche Schutzausrüstung

Persönliche Schutzausrüstungen müssen eingesetzt werden, wenn technische oder organisatorische Schutzmaßnahmen ausgeschöpft sind. **Der Arbeitgeber muss seinen Mitarbeitern entsprechend den jeweiligen Gefährdungen ausreichend Schutzausrüstungen zur Verfügung stellen und die Mitarbeiter sind daran gehalten, sie auch zu tragen.**

Beim Umgang mit Gefahrstoffen kommen folgende persönliche Schutzausrüstungen in Betracht:

- Atemschutz
- Schutzhandschuhe
- Hautschutzpflegemittel
- Augenschutz

Auf das Tragen von persönlichen Schutzausrüstungen ist durch entsprechende **Gebotszeichen** hinzuweisen.

Bild: Gebotszeichen für persönliche Schutzausrüstungen



Lärmbelastung

Die Belastung durch Lärm gehört zu den wichtigsten Gesundheitsrisiken für die Arbeit in einer Zimmerei. Die berufsgenossenschaftliche Vorschrift **BGV A3 Lärm** gibt vor:

- **ab einem Schalldruckpegel von 85 dB(A)** müssen den Mitarbeitern persönliche Lärmschutzmittel zur Verfügung gestellt werden
- **ab 90 dB(A)** sind die jeweiligen Lärmbereiche zu kennzeichnen und die Mitarbeiter sind verpflichtet, Lärmschutzmittel zu tragen

Durch die bauliche Situation kann die Lärmbelastung in einer Werkstatt stark beeinflusst werden. **Hinweise für eine lärmarme Gestaltung des Werkstattgebäudes können auf der Seite Zimmerer > Planung/Modernisierung > Lärmschutz > Werkstattbereich nachgelesen werden.**

Handarbeitsmaschinen



Ein Großteil der Lärmbelastung entsteht im Zimmereibereich durch den Einsatz von Handarbeitsmaschinen, die lärmtechnisch kaum optimierbar sind.

Als Minderungsmöglichkeit kann nur der **Einsatz besonders lärmarmer Sägeblätter mit ungleichmäßiger Zahnung** genannt werden.

In der Regel wird es erforderlich sein, dass die Mitarbeiter ausreichend mit einem **persönlichen Lärmschutz** ausgerüstet sind.

Fertigungsmaschinen

Über die Belastungen durch die einzelnen Fertigungsmaschinen liegen folgende **orientierenden Messangaben** der Holz-Berufsgenossenschaft vor, die aber je nach Raumbedingungen vor Ort deutlich variieren können:

Tabelle: Lärmbelastungen einzelner Maschinen und Minderungsmöglichkeiten

Maschine	Schalldruckpegel	Minderungsmöglichkeiten
Abrichte	90 - 91 dB(A)	- gezahnte Tischlippen - Spiralmesser
Tischfräse	84 - 92 dB(A)	- BG-Test-Werkzeuge verwenden
Formatkreissäge	87 - 91 dB(A)	- lärmarme Sägeblätter (ohne Pfeifton)
Hobelmaschine	80 - 90 dB(A)	- absorbierende Auskleidung der oberen Haube - Kunststofflamellen an der Ein- und Ausschuböffnung
Tischbandsäge	84 - 85 dB(A)	- keine besonderen Empfehlungen
Oberfräse Handkreissäge	ca. 90 dB(A)	- keine besonderen Empfehlungen

Pendelsäge Auslegersäge	89 - 94 dB(A)	- lärmarme Sägeblätter - obere und untere Schutzhaube schallabsorbierend auskleiden
Vertikale Plattenaufteilsäge	77 - 88 dB(A)	- ausgekleidete Sägeaggregate - lärmarme Sägeblätter
Horizontale Plattenaufteilsäge	80 - 82 dB(A)	- lärmarme Sägeblätter
Kantenschleifmaschine	82 - 84 dB(A)	- keine besonderen Empfehlungen
Langband-schleifmaschine	84 - 86 dB(A)	- keine besonderen Empfehlungen
Breitband-schleifmaschine	83 - 86 dB(A)	- schallabsorbierende Auskleidung
CNC-Maschine	85 - 90 dB(A)	- Vollkapselung - Teilkapselung
Kantenanleimmaschine	78 - 80 dB(A)	- keine besonderen Empfehlungen
Vierseiter	85 - 90 dB(A)	- Teilkapselung
Schlitz- und Zapfenmaschine	84 - 86 dB(A)	- lärmarme Sägeblätter
Furniersäge	88 - 89 dB(A)	- lärmarme Sägeblätter
Doppelabkürzsäge	88 - 92 dB(A)	- lärmarme Sägeblätter
Doppelgehrungs-kappsäge	92 - 95 dB(A)	- lärmarme Sägeblätter
Tischoberfräse	92 - 95 dB(A)	- scharfe Werkzeuge
Kettenfräse	88 - 90 dB(A)	- keine besonderen Empfehlungen
Restholzzerkleinerer (Langsamläufer)	82 - 85 dB(A)	- Schnellläufer werden bis zu 100 dB(A) laut

Die Daten sind der berufsgenossenschaftlichen Informationsschrift **BGI 725 Arbeits- /Gesundheitsschutz in Schreinereien** entnommen.

Weitere Hinweise finden sich auch im Bereich Zimmerer > Technologien



Bild: Lärmpegelmessung
Die messtechnische Überprüfung einzelner Arbeitsplätze und Arbeitsbereiche erfordert besondere Lärmpegelmessgeräte. Solche Messungen können darauf spezialisierte Ingenieurbüros wie auch der sicherheitstechnische Dienst der Berufsgenosschaft durchführen.

Unterweisungen

Für ein sicheres und gesundes Arbeiten ist es wichtig, dass die Mitarbeiter über die Risiken an ihrem Arbeitsplatz informiert sind. Unzureichendes Wissen durch fehlende Unterweisung erhöht das Risiko von Arbeitsunfällen deutlich.

Neue Mitarbeiter

Vor allem neue Mitarbeiter müssen vor Aufnahme der Arbeit zunächst in den Betrieb und ihren Aufgabenberich eingewiesen werden. Dies ist besonders wichtig bei:

- **jungen Mitarbeitern** und Auszubildenden
- **ausländischen Mitarbeitern**
- **branchenfremden Mitarbeitern**
- **Leiharbeitern**

Vor Beginn der Arbeit gilt es:

- die Vorkenntnisse und die Eignung festzustellen
- Arbeitsgänge genau festzulegen und wichtige Informationen über die Maschinen, Werkzeuge und Arbeitsschutzeinrichtungen zu geben
- die Arbeitsgänge in der Praxis vorzuführen und sich von der korrekten Umsetzung durch den neuen Mitarbeiter zu überzeugen

Die Unfallstatistik zeigt, dass **Beschäftigte, die Arbeiten an einer Maschine erst seit kurzer Zeit ausführen, häufiger verunglücken**. Die ersten Arbeitstage stellen das größte Risiko dar.

Erfahrene Fachkräfte

Auch mit langjährigen Mitarbeitern, die den Beruf gelernt und sehr vertraut im Umgang mit den Maschinen sind, ist es wichtig, **Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz regelmäßig zu thematisieren:**

- Das Bewusstsein, Risiken ausgesetzt zu sein, lässt mit der Zeit nach
- Es können sich "schlechte Angewohnheiten" einschleichen
- Häufig wird improvisiert und das Risiko für Arbeitsunfälle nimmt zu
- Neue Maschinen und Anlagen sollten nicht durch "learning by doing" genutzt werden

Mit erfahrenen Mitarbeitern sollte anders verfahren werden wie mit neuen Mitarbeitern. **Es geht nicht darum, die Mitarbeiter vor Ort zu belehren, wie sie ihre Arbeit zu machen haben. Vielmehr bedarf es eines Austauschs darüber, wie angesichts objektiver Gefahren das Thema Arbeitsschutz in der täglichen Arbeit optimal umgesetzt werden kann.**

Der **Gesetzgeber fordert, dass Unterweisungen durchzuführen sind**:

- vor Aufnahme einer Tätigkeit
- bei Veränderungen im Aufgabenbereich
- bei Einführung einer neuen Technologie
- mindestens einmal jährlich

Alle an der Unterweisung Beteiligten sollten durch ihre Unterschrift dokumentieren, **dass sie daran teilgenommen haben**. Dies kann relativ einfach mit dem hier zum Download (doc, 25 KB) bereitgestellten Formular erfolgen.

Für die **Durchführung von Unterweisungen** bieten sich folgende Gelegenheiten an:

Betriebsversammlungen

Hier sollten Sicherheits- und Gesundheitsschutzmaßnahmen angesprochen werden, die alle Mitarbeiter angehen, z.B. das Verhalten bei Unfällen oder Brandschutzmaßnahmen. **Eine praktische Vorführung durch die Feuerwehr, wie ein Brand konkret bekämpft werden kann, ist besser als ein Video oder Vortrag.**

Ordnung und Sauberkeit sind in jedem Betrieb ein Dauerthema. Hier gilt es nicht nur Regeln abzustimmen, sondern auch ihre Umsetzung durch entsprechende Zuständigkeiten zu gewährleisten.

Inbetriebnahme neuer Maschinen/Materialien

Bedienungsanleitungen erklären die Handhabung einer Maschine meist nicht anschaulich genug. Bei der Inbetriebnahme einer neuen Maschine sollten daher alle Mitarbeiter, die später damit arbeiten sollen, Gelegenheit erhalten, ihre genaue Handhabung und die notwendigen Sicherheits- und Gesundheitsschutzmaßnahmen am Beispiel kennzulernen.

Häufig ist es hilfreich, eine **eigene kurze und prägnante Bedienungsanleitung** - am besten in lamellierter Form - direkt an der Maschine zu befestigen.

Besprechungen auf Meister-/Abteilungsebene

Hier gilt es die konkreten Erfahrungen über die Arbeitsunfälle des vergangenen Jahres bereichsbezogen auszuwerten. Jeder Arbeitsunfall kostet viel Geld und Zeit. Deshalb lohnt es sich, die Sicherheit gemeinsam zu optimieren und das Bewusstsein für die wesentlichen Gefährdungssituationen wach zu halten.

Vorbesprechungen bei Montagearbeiten

Vor Beginn von Montagearbeiten sollten die notwendigen Sicherheitsmaßnahmen unter Berücksichtigung der konkreten Verhältnisse auf der Baustelle besprochen werden. Das Unfallrisiko bei Montagearbeiten auf der Baustelle ist immer noch sehr hoch. Dies ergibt sich aus folgenden Faktoren:

- Unbekanntes Gelände
- Schwierige Transportsituation
- Improvisieren von Abläufen
- Umständliche Stromversorgung
- Arbeiten auf Leitern oder Gerüsten
- Zusammenarbeit mit anderen Gewerken

Für die Montagearbeiten sollte stets ein Verantwortlicher benannt werden, der für die Sicherheit auf der Baustelle verantwortlich ist. Er kann dann dem Auftraggeber entsprechend den Anforderungen der Baustellenverordnung als Ansprechpartner für den Arbeits- und Gesundheitsschutz benannt werden.

Betriebsanweisungen

Für das Zimmererhandwerk kommen vor allem folgende Bereiche in Frage, in denen der Betriebsinhaber die entsprechenden Mitarbeiter angemessen unterweisen muss:

Krane	(doc, 50 KB)
Fahrzeuge	(doc, 38 KB)
Gabelstapler	(doc, 190 KB)
Winden, Zuggeräte	(doc, 41 KB)
Oberflächenbehandlung	(doc, 37 KB)
Montageklebstoffe	(doc, 33 KB)
Persönliche Schutzausrüstung gegen Absturz	(doc, 67 KB)
Lärmbelastung	(doc, 31 KB)
Holzbearbeitungsmaschinen	(doc, 70 KB)
Mineralische Stäube	(doc, 62 KB)
Asbestzementprodukte	(doc, 59 KB)
Hautschutz	(pdf, 32 KB)

Gerade im **Umgang mit Handmaschinen** geht die erforderliche Unterweisung oft unter. Bei der Arbeit auf der Baustelle kommt es dann leicht zu Arbeitsunfällen, in deren Folge der Arbeitgeber seine ordnungsgemäße Unterweisung belegen muss. Die **Berufsgenossenschaft Bau bietet mit dem Lehrgang Z 73** für Auszubildende und Gesellen eine umfassende Einführung. Der Betriebsinhaber gewinnt damit eine ausreichende Rechtssicherheit, um bei Unfällen nicht haftbar gemacht werden zu können.

Management-System

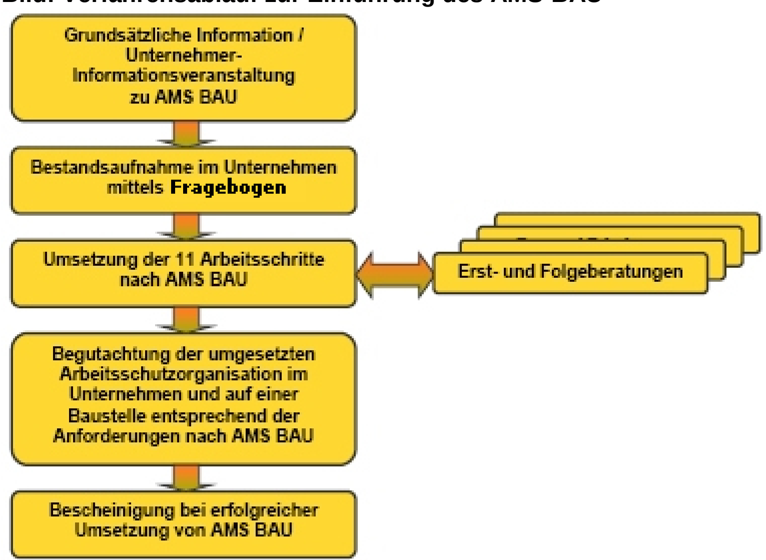
Der Umwelt- und Arbeitsschutz wird nicht nur durch technische Vorgaben beeinflusst, sondern auch durch die Zuständigkeiten und Abläufe im Betrieb. Dieser organisatorische Aspekt kann durch ein geeignetes Management-System optimiert werden. Ein gutes **Managementsystem** trägt dazu bei, die allgemeine Unternehmensführung im Hinblick auf den effizienten Einsatz von Material und Energie zu verbessern und somit Zeit und Geld zu sparen. Dadurch werden nicht nur Unfälle und Umweltstörungen reduziert, sondern systematisch **Fehler in der Auftragsabwicklung und Objekterstellung vermieden**.

Die Berufsgenossenschaft Bau hat dafür ein Konzept entwickelt "AMS-BAU", das nach einer Bestandsaufnahme in **11 Arbeitsschritten** ein solches Management-System einführt.

1. Erstellen eines Unternehmensleitbildes
2. Setzen von Zielen
3. Festlegen von Verantwortung und Aufgaben
4. Regelung des Informationsflusses sowie relevanter Vorgaben
5. Beurteilung von Gefährdungen, Umsetzung von Maßnahmen
6. Regelungen von Betriebsstörungen und Notfällen
7. Beschaffung

8. Auswahl und Zusammenarbeit mit Subunternehmer
9. Arbeitsmedizinische Vorsorgemaßnahmen
10. Qualifikation und Schulung
11. Ergebniskontrolle der Ziele

Bild: Verfahrensablauf zur Einführung des AMS-BAU



Quelle: www.ams-bau.de

Das Management-System AMS-Bau hat in erster Linie die Sicherstellung des betrieblichen Arbeitsschutzes im Blickfeld. Es kann aber relativ einfach im Hinblick auf die **Aspekte eines organisatorischen Umweltschutzes ergänzt** und zu einem **integrierten Management-System ausgebaut** werden. Die folgenden Ausführungen geben dazu Hinweise, wie Umwelt- und Arbeitsschutz hier gemeinsam einbezogen werden können.

Die Berufsgenossenschaft begleitet kostenfrei den Prozess der Einführung des Management-Ssytems und begutachtet seine Umsetzung. Damit bescheinigt die BG, dass der jeweilige Betrieb eine Arbeitsschutzorganisation auf Grundlage des Sozialgesetzbuches SGB VII eingeführt hat.

Bild: Bescheinigung AMS-BAU



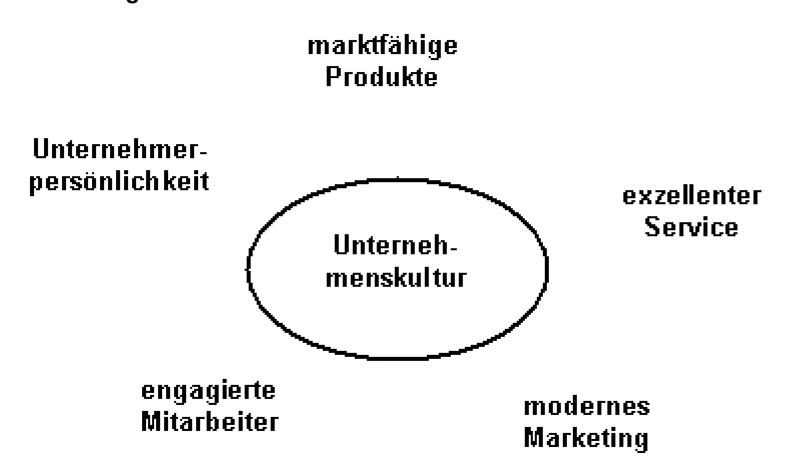
Quelle: www.ams-bau.de

Die Bescheinigung ist **3 Jahre gültig**. Danach muss die Organisation erneut durch die Bau-BG überprüft werden. Die Bescheinigung kann bei größeren Auftraggebern vorgelegt werden, die ein **zertifiziertes Management-System im Bereich des Arbeitsschutzes** von ihren Lieferanten fordern (z. B. Petrochemische Industrie).

Unternehmensleitbild

Das Unternehmensleitbild beschreibt die Identität des Unternehmens. Es wird in Leitsätzen formuliert, an denen sich das unternehmerische Handeln ausrichten soll. Das folgende Bild verdeutlicht die **Grundprinzipien einer erfolgreichen Unternehmenskultur** im Handwerk:

Bild: Erfolgsfaktoren im Handwerk



Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH

Ein solches Leitbild dient der Zusammenführung folgender Aspekte:

- Umweltschutz
- Arbeitsschutz
- Kundenorientierung
- Mitarbeiter

Unternehmerische Prinzipien	• Welche Prinzipien Leitgedanken bestehen für mein Unternehmen? • Wie integrieren wir den Umwelt- und Arbeitsschutz in unser unternehmerisches Handeln? • Wo liegen die speziellen Stärken unseres Unternehmens? • Wie beschreiben wir unsere Beziehungen zu unseren - Kunden - Lieferanten - anderen Geschäftspartnern?
Verhalten	• Welcher Führungsstil wird ausgeübt? • Wie binden wir Mitarbeiter in Entscheidungen ein? • Wie wollen wir Aufgaben und Kompetenzen verteilen? • Wie werden wir uns weiter qualifizieren? • Wie motivieren wir uns?
Wettbewerb	• Wodurch unterscheiden wir uns am deutlichsten von unseren Mitbewerbern? • Wie verhalten wir uns gegenüber unseren Mitbewerbern?

	• Was können wir besser als die anderen?
Unser Kunde	• Welche Vorteile bieten wir unseren Kunden? • Wie behandeln und betreuen wir unsere Kunden?
Stellung in der Öffentlichkeit	• Welches Bild soll die Öffentlichkeit von unserer Firma haben? • Wie wollen wir uns in der Öffentlichkeit präsentieren?

Es kann durchaus hilfreich sein, für die Entwicklung des Unternehmensleitbilds einen **Ideenworkshop gemeinsam mit der Führungsgruppe - oder noch besser: mit allen Mitarbeitern - durchzuführen**. Die Mitarbeiter sollten mit einbezogen werden, damit sie das Unternehmensleitbild positiv verinnerlichen.

Die entwickelten Leitsätze dienen der Beurteilung der Leistung eines Management-Systems. Sie sollen so formuliert werden, dass es anhand der Ist-Situation möglich ist zu entscheiden, wo Verbesserungen und wo Verschlechterungen erfolgt sind. Von daher hat das Leitbild nicht die Funktion einer schönen Außenansicht, sondern bildet einen Rahmen, in dem sich der Betrieb bewerten kann.

Beispielhaft kann ein solches **Leitbild** wie folgt formuliert werden:

- Wir wollen unseren Kunden nach bestem ökologischen Wissen beraten. Es gilt, Lösungen für seine Probleme und Wünsche zu finden, Aufträge schnell und fachgerecht zu bearbeiten sowie Alternativen aufzuzeigen.

- Sicherheit und Gesundheitsschutz sind zentrale Bestandteile der Führungsaufgaben in unserem Unternehmen. Die Führungskräfte übernehmen dabei eine Vorbildfunktion.

- Wir wollen unserem Kunden die von uns hergestellten und gelieferten Produkte näher bringen. Dazu gehört eine umfangreiche Information zum Produkt und zur Pflege, sowie eine Rücknahmegarantie nach Ablauf der Lebenszeit für die von uns hergestellten Produkte.

- Unsere Mitarbeiter sind mit unseren Leitlinien vertraut, denn nur durch ihr Mitwirken ist ein sinnvoller Arbeits- und Umweltschutz möglich.

- Wir verarbeiten bevorzugt Holz aus nachhaltigem Anbau, sowie schadstoffarm hergestellte Materialien. Wir arbeiten mit kompetenten Lieferanten zusammen, die uns im Hinblick auf eine Verbesserung der gesamten Ökobilanz unserer Produkte unterstützen.

- Schon bei der Arbeitsvorbereitung wird die Widerverwertbarkeit und Entsorgung der einzelnen Materialien geprüft und berücksichtigt, um eine sinnvolle Abfallwirtschaft durchführen zu können.

- Durch Schulungen und regelmäßige Informationen werden die Motivation und das Gesundheitsbewusstsein unserer Mitarbeiter gefördert.

- Durch die systematische Wartung, Pflege und Erweiterung aller Maschinen, Anlagen und Materialien soll ein sparsamer Einsatz von Energie und Material erreicht werden.

- Durch die regelmäßige Überprüfung der betrieblichen Ziele gewährleisten wir eine ständige Verbesserung des betrieblichen Umwelt- und Arbeitsschutzes.

Setzen von Zielen

Aus der Bestandsaufnahme ergibt sich, in welchen Bereichen der Betrieb Verbesserunsgpotenzial hat. Aus der **Beschreibung der Ist-Situation** können folgende Aufzeichnungen verwendet werden:

- Arbeitsunfälle
- Krankenstand
- Vorschläge von Mitarbeitern
- Energiekosten
- Kundenbeschwerden
- Interne Nacharbeiten
- Nachbarschaftsbeschwerden
- Entsorgungskosten
- Gefährdungsbeurteilungen
- Reparaturen und Störungen von Maschinen und Anlagen

Daraus lassen sich je nach Schwerpunkt ganz verschiedene **Ziele ableiten**, um Kosten zu sparen und die Umwelt zu entlasten. Dies können z.B. sein:

- Senkung des Krankenstandes und damit Senkung des Beitrages der Berufsgenossenschaft
- Senkung der Entsorgungskosten
- Verbesserung der Abfallverwertung
- Erweiterte Mitverantwortung und Motivation der Mitarbeiter
- Bessere Qualifikation der Mitarbeiter
- Senkung der Energiekosten
- Verbesserung des Explosions- und Brandschutzes
- Verringerung der Lärmbelastungen
- Verbesserung der Arbeitssicherheit
- Geringerer Kraftstoffverbrauch der Fahrzeuge

Solche Ziele gilt es mit den Mitarbeitern abzustimmen. Es ist hilfreich, sie schriftlich festzuhalten, um die Verbindlichkeit für alle Beteiligten zu erhöhen:

- Formulierung des **Ziels**
- Erforderliche **Maßnahmen**
- Beurteilung der **Dringlichkeit**
- **Zuständigkeit**
- Erforderliche **Ressourcen**
- **Zeithorizont** zur Umsetzung

Jedes Ziel, das man erreicht hat, motiviert für weitere Anstrengungen - deshalb sollte man die Ziele nicht zu hoch stecken. Besser immer wieder kleine Schritte gehen, als vor einem großen zurückschrecken.

Beispiel "Ziele setzen" (pdf. 44 KB)

Organisationsstruktur

Um die gesteckten Ziele zu erreichen, ist es unbedingt notwendig, dass die betriebliche Organisationsstruktur sowie die Rechte und Pflichten und die Verantwortlichkeiten eines jeden Einzelnen klar umrissen und jedem Beschäftigten klar sind.

Folgende **Aufgabenbereiche** gilt es zu berücksichtigen:

Verantwortung der Leitung	• Unternehmensleitlinien • Ziele setzen • Personalplanung • Sicherheitstechnische Betreuung • Investitionsplanung • Korrektur-/Vorbeugemaßnahmen • Kennzahlen • Aufbau und Pflege der notwendigen Unterlagen
Umwelteinwirkungen	• Materialauswahl, Materialverbrauch • Emissionen aus Lärm, Lösemitteln, Schadstoffen • Abfallentsorgung • Energieaufbereitung, Energieverbrauch
Betriebs- und Anlagensicherheit	• Gefährdungsbeurteilungen • Wartung und Betreuung - Druckluft - Maschinen - Absaugung - Heizung • Überwachungspflichtige Anlagen • Lagerbereiche • Arbeitsunfälle, Erste Hilfe • Kontrolle Brandschutz • Notfallmaßnahmen
Mitarbeiter	• Information der Mitarbeiter • Betriebsanweisungen • Schulungen, Fortbildungen • Vorschlagswesen
Rechtssicherheit	• Aktuelle rechtliche Anforderungen • Versicherungstechnische Haftung

Viele der genannten Aufgabenbereiche sind Bestandteil einer jeden Betriebsorganisation. Das Arbeitsschutz-Management-System setzt hier eher einen besonderen Akzent, um die mit den Aufgaben einhergehenden Auswirkungen auf die Gesundheit der Mitarbeiter wie auch die Umwelteinflüsse bewusst zu machen und zu verringern.

Im Handwerksbetrieb müssen die Aufgaben eines Management-Systems integraler Bestandteil der sonstigen Aufgaben im Betrieb sein. Es werden dafür keine neuen Stellen geschaffen. **Die Einführung eines solchen Systems ist aber eine gute Gelegenheit, die Frage nach Zuständigkeiten und Aufgaben generell zu klären und für alle anschaulich zu dokumentieren.**

Um die Zuständigkeiten festzulegen, reicht es aus, eine **tabellarische Übersicht** zu schaffen und auszuhängen.

Beispiel für eine Zuständigkeitsverteilung (pdf, 27 KB)

Die **Möglichkeiten der Aufgabenverteilung** im Betrieb ist abhängig vom

- Führungsstil der Geschäftsführung
- Betriebsgröße
- Kompetenz der Mitarbeiter

Beispiel Organigramm (pdf, 65 KB)

Die regelmäßige **Kontrolle von überwachungspflichtigen Anlagen** wie Stapler, Tore, Kran etc. muss in vielen Fällen von **Sachkundigen** durchgeführt werden. Hier gilt es zu klären, ob diese Kontrollen durch eigene Fachkräfte oder externe Dienstleister erbracht werden soll.

Energie

Energie wird zunehmend teurer. Deshalb sollte jeder Betrieb seinen Energieverbrauch genau unter die Lupe nehmen und nach Einsparmöglichkeiten durchforsten. Es ist zu unterscheiden zwischen:

- Wärmeenergie
- Stromverbrauch
- Kraftstoffen

Grundlegende Informationen zum Energieverbrauch und Einsparmöglichkeiten könne im Bereichen Wichtig für alle Branchen > Energie > Energiesparmöglichkeiten nachgelesen werden.

Checkliste mit wesentlichen Energieeinsparpunkten für das Zimmererhandwerk (pdf, 830 KB)

Wärmeenergie

Wärmeerzeugung

Die Wärmeenergie wird in der Regel im Betrieb selbst erzeugt. Aus Umweltgesichtspunkten ist zu unterscheiden, ob die Wärmerezeugung mit einer Holzfeuerung oder einer Feuerung **fossiler** Brennstoffe wie Gas oder Öl erfolgt. **Jeder Liter Heizöl oder Kubikmeter Gas, der durch eine effiziente Energieerzeugung und durch verringerte Wärmeverluste eingespart werden kann, schont Umwelt und Geldbeutel.**

Holzfeuerungen können in diesem Zusammenhang günstiger bewertet werden. Nähere Informationen zum Einsatz von Holzfeuerungen und dem Vergleich mit Öl oder Gas können im Bereich Zimmerer > Planung/Modernisierung > Holzfeuerung nachgelesen werden. Folgende **Empfehlungen** lassen sich ableiten:

- Wenn das **Aufkommen an Holzabfällen eine halbwegs ausreichende Versorgung sicherstellen kann, sollte der Betrieb eine Holzfeuerung installieren**. Zu ihrem Erwerb können attraktive Förderungen in Anspruch genommen werden
- Im Öl oder Gasbereich haben sich **Brennwertkessel** durchgesetzt. Sie nutzen den Brennstoff um bis zu 15 % besser als ältere Anlagen. Bei entsprechendem Verbrauch lohnt sich der Umstieg auf diese Technik.
- **Solarthermische Anlagen** in Form von Sonnenkollektoren auf dem Dach können im Werkstatbereich zumeist nicht sinnvoll genutzt werden, da der Wasserverbrauch durch die Fertigung verhältnismäßig gering ist. Sonnenkollektoren sind für die Erzeugung von Warmwasser im Zimmereibetrieb eher ungeeignet.

Wärmeverbrauch

Der Verbrauch an Wärmeenergie wird im Wesentlichen beeinflusst durch die

1. **Wärmedämmwerte** der Außenbauteile des Gebäudes
2. Art und Umfang der **Lüftung**

Gut gedämmte Gebäude weisen eine gleichmäßigere Temperatur im Raum auf. Gerade in der Oberflächenbearbeitung ist dies für eine ausreichende Oberflächenqualität von besonderer Bedeutung. **Wenn der Zimmerer selbst bei seinen Kunden für hochwärmedämmende Holzhäuser wirbt, sollte er mit seinem eigenem Gebäude Vorbildcharakter haben.**

Insbesondere **Decken und Dachflächen erzeugen bei unzureichender Wärmedämmung hohe Verluste.** Hier kann verhältnismäßig schnell und Kosten sparend eine wirksame Verringerung des Wärmeverlusts erreicht werden.

Für die **Optimierung der Wärmeverluste durch Lüftung** lassen sich folgende Hinweise geben:

- **Schnellschließende Tore** verhindern hohe Wärmeverluste im Winter, sowohl nach außen als auch zwischen einzelnen Werkstattbereichen.
- Bei regelmäßiger Maschinennutzung sollte die **abgesaugte Luft nach entsprechender Filterreinigung wieder in die Werkstatträume zurückgeführt** werden. Dadurch lassen sich die Lüftungswärmeverluste deutlich reduzieren Zudem werden Zugerscheinungen vermieden, die insbesondere bei dichten Neubaugebäuden entstehen, wenn größere Luftmengen aus dem Werkstattraum abgesaugt werden.
- Der **Oberflächenbereich** ist ein wesentlicher Wärmeverbraucher. Eine gute Absaugung ist wichtig für die Oberflächenqualität wie auch für die Einhaltung der **Arbeitsplatzgrenzwerte** der Mitarbeiter. Durch besondere **Steuerungen kann der Luftbedarf gezielt optimiert** werden, um den Luftbedarf für die Trocknung der Teile gering zu halten.

Stromverbrauch

Strombezug

Strom ist nicht gleich Strom - die einzelnen Anbieter erzeugen ihren Strom mit unterschiedlicher Umweltrelevanz. **Strom aus regenerativen Quellen weist eine günstigere Umweltbilanz auf**. Deshalb sollte man bei seinem Stromanbieter konkret nach umweltfreundlich hergestelltem Strom fragen. Es gibt zudem eine Vielzahl von Umweltzeichen auf dem Strommarkt, die dies kennzeichnen.

Der Strommarkt ist von wenigen Großanbietern geprägt. Als einzelner kleiner Betrieb hat man wenig Chancen, günstige Konditionen eingeräumt zu bekommen. Viele **Innungen haben deshalb gemeinschaftliche Verträge mit Stromversorgern für ihre Mitglieder ausgehandelt**. Bei anziehenden Preisen sollte man die Angebote aber regelmäßig vergleichen. Deshalb sollten **keine Verträge mit einer Laufzeit von mehr als zwei Jahren** eingegangen werden, da man sich ansonsten die Möglichkeit verbaut, auf günstigere Anbieter wechseln zu können.

Im Gegensatz zur Wärmeerzeugung bieten sich bei größeren Werkstattdächern **Photovoltaikanlagen** zur Stromerzeugung an. Die hohen Einspeisevergütungen sichern eine ausreichende Amortisationszeit und tragen zum **positiven Gesamtimage eines umweltbewussten Betriebes** bei.

Druckluft

Druckluft ist ein großer Stromverbraucher, der im Hintergrund arbeitet. Auf der Seite Zimmerer > Planung/Modernisierung > Druckluftversorgung wird eine Vielzahl von Empfehlungen gegeben, wie man Verluste verringern kann. Als wesentlich kann herausgestellt werden:

- Die **regelmäßige Kontrolle der Leitungen** und Anschlussstücke auf Leckagen verringert die Leckverluste erheblich.

- Druckluft sollte nur dort zum Einsatz kommen, wo sie unbedingt nötig ist. Der **Betriebsdruck sollte so weit wie möglich abgesenkt** werden.
- Der Kompressor sollte lärmgeschützt aufgestellt werden und seine **Luft von außen ansaugen** können. Warme Luft aus der Werkstatt verringert den Wirkungsgrad erheblich. Zudem lässt sich bei größeren Kompressoren die **Abluft gut zur Beheizung verwenden**.

Beleuchtung

Die Beleuchtung wird ähnlich der Druckluft kaum als Energieverbraucher wahrgenommen, obwohl hier wesentliche Optimierungspotenziale liegen. Durch die langen Laufzeiten ergeben sich auch bei vergleichsweise kleinen Leistungen hohe Stromabnahmemengen. Von daher können hier folgende Empfehlungen gegeben werden:

- **Wer in seinem Gebäude Tageslicht einplant, braucht es nicht künstlich zu erzeugen.** Hierfür können auch Lichtleitsysteme verwendet werden, die insbesondere in Verwaltungsgebäuden zu einer besseren Ausleuchtung mit Tageslicht beitragen.
- Was ein wenig **Farbe** ausmacht, kann man gerade in älteren Werkstatträumen feststellen. Im Laufe der Zeit vergrauen die Wände und verschlechtern die Beleuchtungsbedingungen. Eine regelmäßige Auffrischung der Wandfarben tut nicht nur den Augen gut.
- Häufig ist die Beleuchtung insbesondere für Kontrollaufgaben in deren Werkstätten nicht ausreichend. Hier bedarf es gezielter Beleuchtung von wenigstens 700 **Lux**. **Moderne Energiesparlampen** erzeugen nicht nur deutlich besseres Licht, sondern führen auch zu **Einsparungen bis zu 70 %.** Bei einer entsprechenden Anzahl ist deshalb ein Austausch von alten Leuchtkörpern häufig schon nach wenigen Jahren amortisiert.

Weitere Hinweise hierzu finden sich unter Zimmerer > Planung/Modernisieren > Beleuchtung.

Maschinen

Die benötigte Leistungsstärke einer Maschine hängt von ihrer Bearbeitungsaufgabe ab. Die Versuchung, zunächst immer den "Porsche" zu kaufen, wenn man eigentlich mit dem "Fiat" auskommen würde, ist groß. Da der Energieverbrauch gerade bei komplexeren Maschinen wie CNC-Bearbeitungszentren sehr unterschiedlich sein kann, sind diese **laufenden Betriebskosten nicht zu unterschätzen und sollten bereits bei der Beschaffung mit in die Überlegung einbezogen werden**.

Ähnlich wie beim Kühlschrank werden die Maschinen mit **Motoren unterschiedlicher Effizienzklassen** ausgestattet. Nur die Effizienzklasse 1 sichert eine optimale Stromverwertung und sollte bei der Beschaffung der Maschinen nachgefragt werden.

Vielfach lässt man Maschinen wie Kreissägen, Kantenschliefer etc. laufen, auch wenn sie eine Weile nicht benötigt werden. Abgesehen davon, dass laufende und unbetreute Maschine eine erhebliche Gefahrenquelle darstellen, ist es aus **energetischen Gründen fast immer sinnvoller, die Maschine abzustellen und erst dann wieder anzuschalten, wenn man sie wirklich wieder benötigt.**

Die **regelmäßige Wartung der Maschinenwerkzeuge** trägt nicht nur zu einer besseren Oberflächenqualität bei, sondern reduziert auch den Stromverbrauch. Stumpfe Werkzeuge brauchen mehr Kraft.

Die Maschinenabsaugung für größere Betriebe kann erheblich optimiert werden. Der Energieverbrauch kann durch folgende Maßnahmen reduziert werden:

- **Drehzahlgesteuerte Ventilatoren** werden entsprechend der aktuell benötigten Lastabnahme gesteuert und müssen nicht immer auf Vollgas laufen.
- Gezielte **Transportventilatoren** ermöglichen eine Absenkung der Mindestluftgeschwindigkeiten in den Transportrohren. Dies kann je nach Laufzeiten der einzelnen Maschinen zu erheblichen Einsparungen führen.

Kraftstoffe

Ein erheblicher Teil der Arbeit eines Betriebs findet heute auf Baustellen statt. Service und Montage haben deutlich an Bedeutung zugenommen - und damit auch Fahrleistungen und Kraftstoffverbrauch.

Angesichts der steigenden Kraftstoffpreise sollte man über die **Anschaffung von Fahrzeugen** nachdenken, die **mit Biodiesel** auskommen. Die verbesserte Raffinerietechnik ermöglicht eine ausreichende Qualität. Da Biodiesel noch langfristig von der Mineralölsteuer befreit ist, ergeben sich finanziell einige Vorteile, die sich bei hohen Laufleistungen der Fahrzeuge schnell amortisieren. Kraftstoffe aus Biodiesel weisen zudem eine wesentlich **geringere Kohlendioxidbelastung** der Luft auf, da sie aus nachwachsenden Rohstoffen bestehen.

Natürlich trägt auch die **Fahrweise** nicht unerheblich zum Kraftstoffverbrauch bei. Hier kann es sinnvoll sein, die Belegschaft an einem gemeinsamen Fahrlehrgang teilnehmen zu lassen.

Bei größeren Firmen ist ein gutes **Fahrzeugmanagement** wichtig, um den Einsatz zu optimieren. Hinweise dazu können im Bereich Wichtig für alle Branchen > Energie > Einsparmöglichkeiten > Transport nachgelesen werden.

Während der Stromverbrauch und der Bezug von Heizöl oder Gas recht gut durch die Jahresrechnungen dokumentiert werden kann, wird der Kraftstoffverbrauch zumeist nicht erfasst. Wenn man ein Konto bei einer Partnertankstelle führt, sollte es relativ einfach möglich sein, die erforderlichen Verbrauchsdaten zu bekommen. Andernfalls kann man bei der **Kontrolle der Benzinrechnungen** die tatsächlich getankten Kraftstoffmengen erfassen. Solche Daten erleichtern die Analyse der Fahrzeugflotte.

Emissionen

Neben Produkten und Abfällen produziert jeder Betrieb auch Emissionen. Sie wirken sich vor allem im direkten Umfeld des Betriebes aus. Relevante Emissionen im Schreinerhandwerk sind:

- Lärm
- Organische Lösemittel
- Lackstaub
- Holzstaub
- Abgase der Feuerungsanlage

Lärm

Schreinerbetriebe arbeiten mit relativ lärmintensiven Maschinen. Die Betriebe müssen sich an den Vorgaben der Gebietseinstufung orientieren, die für ihren Standort gilt. Die dort festgelegten **Immissionsgrenzwerte** geben den Rahmen vor, in dem sich der Betrieb bewegen darf. Näheres zum Thema Standortvorgaben kann im Bereich Schreiner > Betriebsplanung > Lärmschutz eingesehen werden.

Die **technische Entwicklung der Standardmaschinen hat in vielen Fällen zu einer deutlichen Reduzierung der Lärmbelastung geführt**. Hinzu kommt, dass der gesamte Verkehrslärm im Umfeld der Betriebe stark zugenommen hat und die Bedeutung des Schreinerbetriebes für die Lärmbelastung relativiert.

Gleichwohl ist es sinnvoll, die Belastung so weit wie möglich zu minimieren. Die meisten Schreiner arbeiten im regionalen Umfeld und sind insofern auch auf gute nachbarschaftliche Beziehungen angewiesen.

Als besondere **Schwerpunkte für eine Verbesserung des Lärmschutzes** können genannt werden:

- **Ventilatoren und Filtereinheiten**, die außerhalb der Werkstatt aufgestellt sind, sollten schalltechnisch isoliert werden.
- Einfach-verglaste Fenster durch **Isolierglasfenster** austauschen
- **Innere Dach- und Wandverkleidung** mit schallabsorbierenden Materialien auskleiden, um die Schallreflexion zu reduzieren

Organische Lösemittel

Organische Lösemittel erhöhen nicht nur die Brandgefahr im Betrieb, sondern werden in Folge ihres markanten Geruchs auch als störend empfunden. Für einfache Spritzanlagen gibt es keinen besonderen Grenzwert im Hinblick auf die Emission von organischen Lösemitteln. Sofern es im Einzelfall zu Belästigungen kommt, bieten sich meist nur folgende Möglichkeiten:

- **Verlängerung des Schornsteins** aus der Oberflächenabsaugung möglichst 3 m über das Fenster des nächststehenden Nachbargebäudes
- Verstärkte **Ventilatorleistung** im Schornstein
- Einbau von speziellen **Aktiv-Kohlefiltern**.

Alle diese Maßnahmen sind relativ aufwändig. Von daher bietet es sich an, **so viel wie möglich auf lösemittelarme Oberflächenalternativen auszuweichen**. Dies kann der verstärke Einsatz von Ölen, Wachsen und Wasserlacken sein. Hinweise zur Umsetzung finden sich im Bereich Schreiner > Materialien > Oberflächenmaterialien.

Um die Menge der abgegebenen Lösemittel zu ermitteln, benötigt man den Verbrauch und den Lösemittelanteil des jeweiligen Oberflächenmaterials.

Tabelle zur Erfassung von Oberflächenmaterialien (xls, 48 KB)

Im Falle von **Nachbarschaftsbeschwerden kann es hilfreich sein, wenn man den tatsächlichen Verbrauch der verarbeiteten Oberflächenmaterialien und den daraus abgeleiteten Lösemittelemissionen belegen kann**. Dies erleichtert die Argumentation im Streitfall erheblich.

Lackstaub

Der Lackstaub wird mit Hilfe von Filtermaterialien aus der Oberflächenabsaugung herausgefiltert. Der Gesetzgeber schreibt in der TA-Luft für einfache Handspritzanlagen vor, dass die Filter maximal 3 mg Lackstaub/m³ Luft an die Umgebung abgeben dürfen.

Wasserberieselte Anlagen können diesen Grenzwert sicher und gleichmäßig einhalten. **Trockenabsaugungen** hingegen müssen regelmäßig gewartet werden.

Die **Filtermatten verbrauchen sich und müssen regelmäßig abgereinigt bzw. ausgetauscht werden**, damit sie ihre Filterfunktion ausreichend erfüllen.

Abgase auf der Feuerungsanlage

Für die im Schreinerhandwerk eingesetzten Feuerungsanlagen ist der Bezirksschornsteinfegermeister der zuständige Ansprechpartner für Überwachung und Kontrolle. Die Vorgaben dafür finden sich in der **1. Bundesimmissionsschutzverordnung.**

Für **Holzfeuerungsanlagen** gelten folgende Vorgaben

- max. **Staubgehalt** 0,15 g/m³
- max. **Kohlenmonoxidanteil** abhängig von Brennstoff und Anlagengröße

Nähere Informationen dazu können auf der Seite Schreiner > Betriebsplanung > Holzfeuerung > Überwachungspflichten eingesehen werden.

Für **Öl- und Gasfeuerungen** wird als Kontrollwert der Abgasverlust herangezogen. Die Grenzwerte dafür betragen:

Tabelle: Übersicht der Grenzwerte für den max. Abgasverlust von Öl- und Gasfeuerungen

Nennwärmeleistung	Grenzwert Abgasverlust
4 - 25 kW	11 %
25 - 50 kW	10 %
über 50 kW	9 %

Moderne Anlagen brauchen den Vergleich mit Öl- oder Gasfeuerungen nicht zu scheuen. Die automatische Beschickung in Verbindung mit einer lastabhängigen Luftsteuerung gewährleistet minimale Schadstoffemissionen.

Bei Öl- oder Gasfeuerungen haben sich Brennwerttechniken etabliert, die für eine verbesserte Brennstoffverwertung sorgen. Aber auch wenn sie im Einzelnen geringere Schadstoffkonzentrationen aufweisen als Holzfeuerungen, belasten sie mit ihrem Ausstoß an Kohlendioxid aus **fossilen** Brennstoffen das Klima.

Die **Schadstoffe aus Feuerungsanlagen werden natürlich am besten durch eine Verringerung des Wärmeverbrauchs minimiert**. Verbesserte Dämmungen bzw. optimierte Lüftungsregelungen senken nicht nur den Energiebedarf, sondern vermeiden auch Schadstoffe aus der Feuerung.

Holzstaub

Holzstaub ist ein für die Umwelt vergleichsweise ungefährlicher Schadstoff. Stäube aus Massivhölzern können auch in der Landwirtschaft verwertet werden. Die häufige Vermischung mit Kunststoff- und Lackanteilen lassen es allerdings geboten sein, die Emissionen von Holzstaub an die Umwelt zu begrenzen.

In der 7. Bundesimmissionsschutzverordnung sind folgende **Grenzwerte für Holzstäube und Holzspäne** vorgegeben:

- Holzspäne und -stäube ohne Schleifstaub: 150 mg/m³
- Holzspäne und -stäube mit Schleifstaub: 50 mg/m³

Sofern ein **Betrieb überwiegend Eichen- und Buchholz verarbeitet** reduziert sich der geforderte Grenzwert entsprechend den Vorgaben der TA-Luft auf **5 mg/m³**.

Überall wo Schleifstäube anfallen, müssen zur Reinigung der Abluft Gewebefilter eingesetzt werden. Beim ausschließlichen Einsatz von Holzspänen und groben Stäuben können auch Zyklone genutzt werden.

Weitere Hinweise zur Konzeption und Gestaltung von Absauganlagen können im Bereich Schreiner > Betriebsplanung > Maschinenabsaugung eingesehen werden.

Entsorgung

Die betriebliche Abfallwirtschaft ist ein Kernbernbereich jedes Umweltmanagement-Systems. Hier sind die Mitarbeiter stark mit einbezogen, die Randbedingungen ändern sich häufiger und die Entsorgung kostet Geld. Es lohnt sich, ein System aufzubauen, um die Entsorgung zu optimieren. Für das Zimmererhandwerk werden folgende Schritte empfohlen:

1. Festlegen der **Abfallarten**
2. Innerbetrieblicher **Transport und Lagerung**
3. **Zuständigkeiten**
4. **Abfallbilanz**
5. **Abfallwirtschaftskonzept**

1. Festlegen der Abfallarten

Als ersten Schritt gilt es, die vorhandenen Abfälle sinnvoll zu trennen und ein System festzulegen. Die **Gewerbeabfallverordnung** gibt vor, in welche **Fraktionen** der anfallende Abfall im Betrieb mindestens zu trennen ist.

- Papier/Pappe
- Glas
- Kunststoff
- Metalle
- Bioabfall
- Holz
- mineralische Baustoffe

Sofern das Holz geeignet ist für eine Verwertung in der betrieblichen Holzfeuerungsanlage, kann dieser Abfall direkt verwertet werden. **Darüber hinaus sollten insbesondere Rücknahmen von den Baustellen wie Altfenster und Alttüren getrennt gehalten werden, um sie einer thermischen Verwertung im Rahmen der Altholzverordnung zuführen zu können.**

Besonders überwachungsbedürftige Abfälle müssen immer getrennt von sonstigen Abfällen gehalten werden. Sie entstehen vorrangig aus der Oberflächenbehandlung.

Ausführlicheres über die verschiedenen Abfallfraktionen und ihre Verwertungsmöglichkeiten kann im Bereich Zimmerer > Abfallentsorgung nachgelesen werden.

Es ist in jedem Fall empfehlenswert, den **Kontakt zum zuständigen Abfallberater des Landkreises bzw. der Stadt zu suchen, um sich über mögliche Entsorgungspartner zu informieren.** Man sollte sich entsprechende Angebote einholen, um sachgerecht zu entscheiden, welche Abfallfraktionen im eigenen Betrieb getrennt werden sollen.

2. Transport und Lagerung

Für jede zu trennende Abfallart gilt es, geeignete Lagerbehälter festzulegen. In Abstimmung mit dem jeweiligen Entsorgungspartner muss ein Kompromiss gefunden werden zwischen:

- Platzbedarf
- Behältermieten
- Transportkosten
- Befüllungsmöglichkeiten

Auf der Seite Zimmerer > Abfallentsorgung > Transport finden sich vielfältige Hinweise darauf, welche Aspekte bei der Festlegung von Behältern wichtig sind.

Es lohnt sich, die Trennfraktionen **gemeinsam mit den Mitarbeitern abzustimmen**.

Die innerbetriebliche Entsorgung vollzieht sich in folgenden Schritten

1. Sammeln von Resten
2. Aufräumen
3. Transportieren von Abfallbehältern
4. Befüllen der Transportbehälter des Entsorgungspartners

Es kommen erhebliche Zeitanteile zusammen, die häufig im Tagesgeschäft untergehen, gleichwohl aber die Produktivität deutlich beeinflussen.

Die **Behälter für den innerbetrieblichen Transport** sollten farblich eindeutig gekennzeichnet werden, auffallen und passend beschriftet sein. Dabei sollten die Begriffe verwendet werden, die im Betrieb üblich sind und nicht offizielle, aber womöglich missverständliche Bezeichnungen.

Auch die **Container und Behälter der Entsorgungspartner** sollten eindeutig gekennzeichnet sein. Dies kann sehr anschaulich geschehen, z.B. indem die jeweilige Abfallart als Muster über dem Behälter gut sichtbar angebracht wird.

Eine eindeutige Kennzeichnung und Zuordnung der Abfallarten ist die Voraussetzung für eine wirksame Abfallwirtschaft.

3. Zuständigkeiten

Gerade im Entsorgungsbereich macht es Sinn, wenn eine konkrete Person dafür zuständig ist:

- die Behälter zu kontrollieren
- ihre Abfuhr zu veranlassen
- Mitarbeiter bei Unsicherheiten darauf hinzuweisen, wie sie mit dem jeweiligen Abfall umgehen sollen

Es kann auch hilfreich sein, **alle betrieblichen Abfälle und deren Lagerbehälter tabellarisch aufzulisten**.

Beispiel für eine Entsorgungsanweisung (doc, 18 KB)

Für eine betriebliche Abfallwirtschaft ist es unabdingbar, **alle relevanten Informationen, Belege, Rechnungen und sonstigen Nachweise systematisch in einem Ordner zu sammeln**. Auch diese Aufgabe sollte konkret einer Person zugewiesen werden.

4. Abfallbilanz

Wenn die ersten drei Schritte umgesetzt worden sind, lassen sich die für eine Auswertung nötigen Daten erheben. Es wird eine Abfallbilanz erstellt, **die folgende Daten zusammenfasst**:

- Abfallarten und deren Abfallnummer
- Anfallende Mengen pro Jahr in kg
- Zuordnen der Abfallmenge ob sie verwertet oder beseitigt werden
- Benennen des jeweiligen Entsorgungspartners
- Erfassung der Entsorgungskosten je Abfallart

Sofern sich aus den Nachweisen und Rechnungen der Entsorgungspartner keine Angaben in Kilogramm ergeben, können für die Umrechnung der verschiedenen Abfallfraktionen folgende **Umrechnungsfaktoren** angesetzt werden:

Tabelle: Umrechnungsfaktoren Abfallfraktionen

Behälter/Abfallart	Raumgewicht
240 ltr. Tonne 1,1 m³ Container	150 - 180 kg/m³
Größere Mischcontainer	180 - 250 kg/m³
Folien	20 kg/m³
Polystyrol-Hartschaum	10 kg/m³
Holzabfälle	120 - 200 kg/m³
Glasabfälle	200 kg/m³
Alu-Montageschaumkartuschen	220 g/Stück ca. 3 kg/Karton
Kunststoffkartuschen 300 ml	100 g/Stück
leerer Lackkanister	2 kg/Stück
Papier/Kartonagen	30 - 60 kg/m³

Mit diesen Faktoren lassen sich die Abfälle auf Kilogramm normieren und in der Abfallbilanz vergleichen. Die Abfallbilanz bietet dadurch die Möglichkeit, wesentliche **Kennzahlen zu** erheben:

- **Verwertungsquote**
  Anteil der verwerteten Abfälle an der Gesamtmenge aller Abfälle
- **Spezifische Entsorgungskosten** in Euro je Tonne Gesamtabfälle.

Diese Daten lassen sich auch überbetrieblich vergleichen und geben Hinweise auf spezifische Schwachpunkte der betrieblichen Entsorgung.

Beispiel für eine Abfallbilanz (xls, 57 KB)

Weitere rechtliche Informationen zum Erstellen von Abfallbilanzen finden sich im Bereich Rechtsgrundlagen > Abfallwirtschaft > Abfallbilanzen und -konzepte.

5. Abfallwirtschaftskonzept

Auf der Basis der Abfallbilanz können gezielt Vergleiche und Analysen erfolgen, wo noch Verbesserungspotenzial vorhanden ist, um die Verwertungsquote zu verbessern oder die Entsorgungskosten zu verringern.

Im Bereich Zimmerer > Abfallentsorgung finden sich vielfältige Hinweise, wie die einzelnen Abfallfraktionen vermieden oder besser verwertet werden können. Als typische **Ansatzpunkte** lassen sich aus der Praxis benennen:

- Verringern der Fehlwürfe durch bessere Information der Mitarbeiter
- Bessere Kennzeichnung der Abfallbehälter
- Einsatz von Software zur Verschnittoptimierung
- Getrennthaltung von Papier/Pappe und Kunststoffen vom allgemeinen Restmüll
- Keine Vermischung von Baustellenabfällen
- Einsatz von Waschkabinetten oder Destillieranlagen, um die Sonderabfälle aus dem Oberflächenbereich zu minimieren
- Getrennthaltung von Bauschutt und Metallen

Die Auswertung veranschaulicht die Ansatzpunkte für Verbesserungen. **Der Betriebsinhaber muss dann entscheiden, in welchen Bereichen man diese umsetzen will.** Dabei gilt es festzulegen:

- Art und Umfang der Maßnahme
- Ziel der Maßnahme
- Umsetzungsfrist
- Zuständigkeit

Das Abfallwirtschaftskonzept ist ein Teil der Unternehmensführung. Es ist ein **Instrument, Ziele zu formulieren und Maßnahmen zu deren Umsetzung zu bestimmen**.

Informationsfluss

Jedes Management-System lebt von klaren Vorgaben und eindeutigen Daten über die Ist-Situation. Der Informationsfluss in einem Betrieb ist wie das Blut im Körper - es muss möglichst ungehindert fließen, damit an jedem Punkt der Organisation die notwendigen Informationen zur rechten Zeit verfügbar sind. Dafür sind folgende Unterlagen von besonderer Bedeutung:

- Rechtsvorschriften
- Vorschriften der Berufsgenossenschaft-Bau
- Sicherheitsdatenblätter und Technische Merkblätter der verarbeiteten Gefahrstoffe
- Unterlagen für Maschinen und Anlagen (Wartung, Reparaturen)
- Nachweise, Rechnungen und sonstige Entsorgungsbelege
- Belege über Schulungen und Unterweisungen
- Stromrechnungen
- Messbescheinigung des Schornsteinfegers
- Sonstige Messunterlagen (z.B. Lärmpegelmessungen)

Die meisten dieser Unterlagen sind in jedem Betrieb zu finden. Häufig sind sie aber verteilt in verschiedenen Lieferantenordnern oder Werkstattunterlagen oder liegen nur in überalteter Form vor. Es sollte deshalb geklärt werden:

1. **Wo und wie** die Unterlagen abgelegt sind und
2. **Wer** für die Ablage der jeweiligen Unterlagen zuständig ist.

Eine solche Regelung der Unterlagen stellt sicher, dass man im Bedarfsfall die erforderlichen Informationen tatsächlich findet und immer mit den aktuellen Unterlagen gearbeitet wird.

Rechtsvorschriften

Kein Betrieb agiert im rechtsfreien Raum. Ein Fülle von Vorschriften und Gesetzen regelt den Umgang untereinander wie auch die zulässigen Belastungen für die Umwelt. Den Überblick zu behalten ist sicherlich nicht einfach, aber die Haftungsrisiken sind enorm, wenn wesentliche rechtliche Vorschriften missachtet werden.

Ein Umweltmanagementsystem soll dem Betrieb zunächst einen Überblick über die für ihn relevanten rechtlichen Vorgaben geben. Die Kenntnis und Beachtung der gesetzlichen Vorgaben ist immer dann besonders wichtig:

- wenn es zu **Beschwerden von Seiten der Anwohner** kommt
- betriebliche **Störungen, Unfälle** und Brände stattgefunden haben

In solchen Fällen kann der Betrieb erheblich unter Druck geraten. **Das finanzielle Risiko kann nur bedingt versicherungstechnisch abgefangen werden**, da die Versicherungen meist sehr genau

hinschauen, ob der Betrieb geltende rechtliche Vorgaben eingehalten hat oder nicht. Auch das **strafrechtliche Risiko ist nicht zu unterschätzen**.

Die Beachtung der rechtlichen Vorgaben minimiert das Unternehmensrisiko und kann sich auf die Prämienhöhe der Versicherungen auswirken.

Die folgende Übersicht zeigt die wesentlichen rechtlichen Vorgaben für die meisten Zimmererbetriebe. **Hinsichtlich konkreter Einzelmaßnahmen ist immer die Beratung durch den Fachberater des Verbandes zu empfehlen**.

Tabelle: Rechtliche Rahmenbedingungen im Zimmererhandwerk

Aspekt	Rechtsgrundlage	Umsetzung
Lage des Betriebes	• Landesbauordnung • Arbeitsstättenrichtlinien • Anlagenverordnung wassergefährdete Stoffe Baden-Württemberg • TA-Lärm	• Baugenehmigung • Einschränkungen Wasserschutzgebiet • Lärmschutzvorgaben • Lagerbedingungen Heizöl, Lacke
Gebäude	• Energieeinsparverordnung	• Mindestdämmwerte • Anforderungen Heizkessel
Anlagensicherheit	• Betriebssicherheitsverordnung	• Explosionsschutzdokument • Druckbehälterüberwachung • Prüfpflichtige Anlagen
Emissionen	• 1. Bundesimmissionsschutz-verordnung • TA-Luft • 7. Bundesimmissionsschutz-verordnung	• Messüberwachung Schornsteinfeger • Vorgaben Schornsteinhöhe für die Oberfläche • Filterung Holzstäube
Gefahrstoffe	• Gefahrstoffverordnung	• Gefährdungsbeurteilung
Entsorgung	• Kreislaufwirtschaftsgesetz • Nachweisverordnung • Gewerbeabfallverordnung	• Abfalltrennung • Entsorgungsnachweise • Abfallbilanz
Baustellen	• Baustellenverordnung	• Gefährdungsbeurteilung • Baustellenkoordinator
Arbeitssicherheit	• Arbeitsschutzgesetz • Lastenhandhabungsverordnung • Bildschirmverordnung • Persönliche Schutzausrüstung	• Gefährdungsbeurteilung

Berufsgenosseschaftliche Vorschriften

Um den Schutz des Arbeitnehmers vor gesundheitlichen Gefährdungen zu gewährleisten haben die **Berufsgenossenschaften ein eigenes Regelwerk** geschaffen. Dazu wären insbesondere folgende Vorschriften zu nennen:

Tabelle: Übersicht über wesentliche berufsgenossenschaftliche Vorschriften

Vorschrift	Erläuterung
BGV A1 Grundsätze der Prävention	Grundlegende Schutzpflichten des Arbeitgebers und Arbeitnehmers
BGV A2 Betriebsärzte und Fachärzte für Arbeitssicherheit	Vorgaben für die sicherheitstechnische und arbeitsmedizinische Betreuung der Arbeitnehmer
BGV B3 Lärm	Vorgaben für die Einhaltung eines ausreichenden Lärmschutzes im Betrieb
BGV C 22 Bauarbeiten	Zusammenfassende Darstellung aller sicherheitstechnischen Anforderungen für Baustellen
BRV D 36 Leitern und Tritte	Anforderungen für die Nutzung von Leitern
BGR 173 Kleingerüste	Hinweise zur sicheren Erstellung von Kleingerüsten auf Baustellen
BGV C12 Silos	Sicherheitstechnische Ausrüstung von Siloanlagen
BGV A3 Elektrische Anlagen und Betriebsmittel	Prüfpflichten von elektrischen Anlagen und Maschinen
BGV D6 Krane	Einsatz und Prüfpflichten von Krananlagen
BGV D27 Flurförderzeuge	Einsatz und Prüfungen von Staplern

Die Berufsgenossenschaft kann mit ihrem Außendienst darüber beraten, in welchem Umfang die Vorschriften vor Ort konkret umzusetzen sind.

Übersicht Rechtsvorschriften (doc, 68 KB)

Es sollte festgelegt werden, **wer die für die Aktualisierung der Bestimmungen und Vorgaben der Berufsgenossenschaft zuständig** ist und diese Informationen an die entsprechenden Mitarbeiter weiterleitet.

Innerbetriebliche Kommunikation

Um den Informationsfluss zwischen Mitarbeitern und Geschäftsführer sicherzustellen kann es hilfreich sein, einen **Lenkungs- und Steuerkreis** zu etablieren, der aus den wesentlichen Führungskräften im Betrieb besteht und sich wenigstens einmal die Woche trifft. Dabei sollte es um alle Themen gehen, die im Zusammenhang mit der Auftragsabwicklung und der Betriebsführung stehen.

- Kapazitäts- und Terminprobleme
- Materialprobleme
- Nacharbeiten und Qualitätsprobleme
- Unfälle und besondere Gefahrensituationen
- Schulung und Unterweisung von Mitarbeitern
- Probleme in der Zusammenarbeit
- etc.

Zur effektiven Arbeit eines solchen Lenkungskreises können folgende Empfehlungen gegeben werden:

- Die Treffen sollten immer am **gleichen Tag zur gleichen Zeit** stattfinden
- Wesentliche **Ergebnisse sind stichpunktartig festzuhalten** (z.B. auf einem Flipchart)
- **Aufgaben sind eindeutig zu delegieren** und mit Umsetzungsvorgaben zu belegen
- Die Dauer eines solchen Treffens sollte **nicht länger als 1 Stunde** sein (dazu kann es hilfreich sein, wenn das Treffen im Stehen stattfindet)

Es gilt die Praxisregel: Wer delegiert, der muss auch kontrollieren!

Planung und Kontrolle

Eine ausreichende Planung und Kontrolle dient der Minierung von unternehmerischen Risiken und Kosten. Dabei wären beispielhaft zu nennen:

- Arbeitsunfälle auf der Baustelle und im Betrieb
- Qualitätsprobleme durch mangelhafte Abstimmung und Koordination
- Hohe Entsorgungskosten durch ungenügende Abfalltrennung
- Teure Energiekosten durch veraltete Anlagen
- Geruchs- und Lärmproblem mit der Nachbarschaft

Das Management-System muss **geeignete Unterlagen zur Erfassung dieser Risiken** bereitstellen, damit eine ausreichende Vorbeugung gewährleistet ist und die Auswirkungen bewertet werden können.

Bereich	Hinweise
Arbeitssicherheit	Zimmerer > Unternehmensführung > Gefährdungsbeurteilung
Qualifikation der Mitarbeiter	Zimmerer > Unternehmensführung > Betriebsanweisungen Zimmerer > Unternehmensführung > Mitarbeiter
Abfallentsorgung	Zimmerer > Unternehmensführung > Umweltmanagement > Entsorgung
Energieverbrauch	Zimmerer > Unternehmensführung > Umweltmanagement > Energie
Lärm und Geruch	Zimmerer > Unternehmensführung > Umweltmanagement > Emissionen

Für die Planung und Betreuung von Baustellen ergibt sich an folgenden Schnittstellen der Bedarf, die Arbeitssicherheit im Zuge der Bauplanung mit zu berücksichtigen:

Vorabkontrolle der Baustelle	Bei der ersten Begehung der Baustelle gilt es alle für den Bauablauf wichtigen Informationen zu erfassen, damit diese für die spätere Baustellenabwicklung zeitnah zur Verfügung stehen. Dies betrifft Punkte wie • Ansprechpartner vor Ort • Zufahrt und Parkmöglichkeiten der Fahrzeuge • Anlieferung von Material • Nutzung von Kran und Baustromanschlüssen • Verfügbarkeit von Schutzgerüsten Vorabcheck Baustelle (pdf, 80 KB)

Vorbereitung der Baustelle	Zur Planung, welche Hilfsmittel und Ausrüstungsgegenstände für die Baustelle mitgenommen werden müssen, ist eine einfache Checkliste ganz hilfreich. So können unnötige Fahrten vermieden werden. Dabei werden je nach Baustelle die erforderlichen Leitern und Fanggerüste erfasst sowie die Möglichkeit der geordneten Entsorgung von Bauschutt, Altholz und Verpackungsmaterialien geklärt. Baustellenvorbereitung (pdf, 198 KB)
Baustellenbegehung	In der Zusammenarbeit mit anderen Gewerken muss gemeinsam mit dem Koordinator für Sicherheit und Gesundheit (SiGeKo) alle notwendigen Arbeitsschutzmaßnahmen abgesprochen und dokumentiert werden. Dabei geht es um • Baustellenorganisation • Unterlagen • Gefahrstoffe • Arbeitsmittel • Persönliche Schutzausrüstung • Verkehrswege • Baugruben • Absturzsicherungen Checkliste Baustellenbegehung (pdf, 318 KB)
Montageanweisung	Entsprechend den Vorgaben der **BGV C 22 Bauarbeiten** muss für Montagearbeiten eine schriftliche Montageanweisung an der Baustelle vorliegen, die alle erforderlichen sicherheitstechnischen Angaben enthält. Die Mitarbeiter müssen wissen, welche Sicherheitsmaßnahmen sie entsprechend den Gegebenheiten auf der jeweiligen Baustelle ergreifen müssen. Montageanweisung (pdf, 17 KB)
Abbruchanweisung	Die Unfallgefahren bei Bauabbruchmaßnahmen sind besonders hoch. Hier können besondere Gefahrstoffe wie Asbest eine Rolle spielen und die Entsorgung der anfallenden Bauabfälle muss genau geplant werden. Abbruchanweisung (pdf, 22 KB)
Prüfung der Gerüste	Hilfskonstruktionen, Gerüste, Laufstege, Geräte und andere Einrichtungen müssen so beschaffen und aufgestellt sein, dass sie die bei der vorgesehenen Verwendung anfallenden Lasten aufnehmen und ableiten können. Entsprechend den Vorgaben der BGV C 22 Baustellenarbeiten müssen diese Einrichtungen auf ihre Standsicherheit und Tragfähigkeit überwacht werden. Prüfprotokoll Gerüste (pdf, 79 KB)

Betriebs- und Anlagensicherheit

Die Gefährdung durch Unfälle, Störungen und Brände betreffen nicht nur die Arbeitssicherheit der Mitarbeiter, sondern wirken sich auch auf die direkte Umgebung aus. Folgende Gefahren bestehen:

- Abstürze auf der Baustelle
- Staubexplosionen in einem Silo
- Gasexplosion von organischen Lösemitteln

- Allgemeine Brandgefahr im Umgang mit Holz
- Belastung des Grundwassers durch **wassergefährdende Stoffe**
- Druckexplosion des Druckbehälters

Alle dafür erforderlichen Schutzmaßnahmen werden im Rahmen der **Gefährdungsbeurteilung** im Arbeitsschutz kontrolliert. Dies verdeutlicht die **enge Verknüpfung von Umwelt- und Arbeitsschutzmanagement**.

Es kann hilfreich sein, die **verschiedenen überwachungspflichtigen Anlagen in einem Anlagenkataster zusammenzustellen**, um den Überblick über die erforderlichen Regelprüfungen durch **Sachkundige** bzw. **Sachverständige** zu behalten.

Vorlage für ein Anlagenkataster (doc, 34 KB)

Das Tagesgeschäft drängt die allgemeinen Betriebsrisiken häufig in den Hintergrund. **Gleichwohl ist es für jeden Betriebsinhaber wichtig, seine Risiken zu kennen und im angemessenen Umfang technische und organisatorische Vorsorge zu treffen.**

Für den Fall, dass die vorbeugenden Sicherheitsmaßnahmen im Einzelfall nicht ausreichen sollten, sind je nach Betriebsausstattungen verschiedene Notfall-Szenarien denkbar.

Absturzunfälle auf der Baustelle

Um festzulegen, welche Maßnahmen im Einzeln zu ergreifen sind, sollte die Vorgehensweise in einem solchen Notfall gemeinsam mit den Vorarbeitern durchgesprochen werden.

Die Mitarbeiter müssen **im Alarmfall schnell und unkompliziert Hilfe herbeirufen** können. Deshalb sollte in den Fahrzeugen ein Unfall- und **Alarmplan verfügbar** sein. Er muss kurz und prägnant verdeutlichen, was der Mitarbeiter im Unglücksfall zu tun hat und an wen er sich wenden kann.

Beispiel für die Gestaltung eines Alarmplans (doc, 27 KB)

Weiter muss eine ausreichende **Anzahl von Ersthelfern auf der Baustelle** vorhanden sein, um im Notfall die erforderlichen Erste-Hilfe-Maßnahmen durchführen zu können.

- Bei bis zu 20 anwesenden Mitarbeitern muss 1 Ersthelfer verfügbar sein.
- Darüber hinaus sollten wenigstens 10% der Mitarbeiter als Ersthelfer ausgebildet sein.

Um den Arbeitsschutz zu verbessern empfiehlt es sich generell, **alle Mitarbeiter zum Ersthelfer auszubilden**.

Die **Ausbildung muss alle zwei Jahre bei einer anerkannten Stelle aufgefrischt werden.** Die Mitarbeiter müssen aktuell geschult sein, um die oft lebensnotwendigen Maßnahmen am Unfallort ergreifen zu können.

Wassergefährdenden Flüssigkeiten

Wassergefährdende Flüssigkeiten werden in verschiedenen Betriebsbereichen eingesetzt. Daraus können sich folgende **Risiken** ergeben:

- Das Auslaufen eines großen Lackgebindes in die Kanalisation.
- Leckagen im Benzin- oder Öltank von betrieblichen Fahrzeugen ins Erdreich.
- Undichtigkeiten im Heizöltank.

Bei entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen kann das Unfallrisiko weitgehend minimiert werden. Es ist aber erforderlich, die jeweiligen **Anlagen und Fahrzeuge regelmäßig zu kontrollieren. Deshalb**

sollten die Zuständigkeiten für diese Kontrollen eindeutig geklärt und auch umgesetzt werden. Dies sollte auch in den erforderlichen Betriebsanweisungen für alle direkt angegeben werden!

Brand- und Explosionsgefahren

In holzverarbeitenden Betrieben sind an verschiedenen Stellen besondere Brand- und Explosionsgefahren nicht auszuschließen:

- **Silo**
  Im Silo werden Holzstäube und -späne gelagert, die sich leicht entzünden können. Das Risikopotenzial entspricht der maximalen Füllmenge im Silo.
- **Lacklager**
  Im Lacklager werden brennbare Flüssigkeiten gelagert, die schon bei Raumtemperatur entzündet werden können. Das Risiko wird zum einen durch die gelagerte Menge und zum anderen durch die Möglichkeit des geregelten Luftaustauschs beeinflusst.
- **Allgemeiner Brand im Fertigungs- und Lagerbereich**
  In vielen Betrieben lagern im Fertigungsbereich erhebliche Mengen an Plattenmaterialien und Holzresten. Diese Brandlast erreicht in mittelgroßen Betrieben schnell 50 m^3, was wesentlich zur Brandgefährdung beiträgt.

Vorbeugend sollten deshalb folgende **Maßnahmen** regelmäßig vorgenommen werden:

- Die Werkstattbereiche sind entsprechend den Vorgaben des zuständigen Brandschutzmeisters mit **Löscheinrichtungen** auszustatten. Hinweise dazu können auf der Seite Zimmerer > Planung/Modernisieren > Brandschutz nachgelesen werden. Nur eine ausreichende Ausstattung, die regelmäßig geprüft wird, sichert im Brandfall auch den ausreichenden Versicherungsschutz.
- Die **Fluchtwege und Fluchttüren** müssen gekennzeichnet und stets zugänglich sein.
- **Je weniger in Ecken und an Wänden zwischengelagert wird, desto geringer ist die Brandlast**. In gut aufgeräumten Werkstätten lässt sich nicht nur besser arbeiten, auch das Brandrisiko ist deutlich geringer.
- Ähnlich wie bei der Ersten Hilfe sind viele Mitarbeiter unsicher, wie sie sich im konkreten Einsatzfall verhalten sollen. Es bietet sich an, **Brandschutzübungen** in Kooperation mit der Feuerwehr abzuhalten, um die Mitarbeiter im Umgang mit Brandherden zu schulen.

Beschaffung

Das Handwerk lebt davon, dass es Qualitätsprodukte verkauft. Der umweltbewusste Zimmerer sollte gegenüber dem Kunden folgende Aspekte herausstellen:

- **Langlebigkeit**
- **Umbau- und Reparaturfähigkeit**
- **Lebensqualität, Wohngesundheit**
- **Problemlose Verwertbarkeit**
- **Ortsnahe Servicebereitschaft**

In der Frage nach Materialien und Funktionen muss sich der Zimmerer häufig an die Vorgaben seiner Kunden halten. Gleichwohl sollte **die Möglichkeit nicht unterschätzt werden, bei der Beratung des Kunden gezielt auf umweltfreundliche Lösungen hinzuweisen.**

Materialstandards

Wer ein gutes Produkt verkaufen will, muss geeignetes Material einkaufen. Im Bereich Zimmerer > Materialien > Materialeinkauf wird detailliert beschrieben, in welchen Bereichen der Betrieb auf umweltfreundliche Vorprodukte zurückgreifen kann. Dabei können Umwelt- und Produktzeichen eine

Hilfestellung für die Beurteilung geben. Zudem können folgende Standards für die Materialbeschaffung empfohlen werden:

- Das verarbeitete **Holz sollte aus nachweislich nachhaltiger Bewirtschaftung stammen**. Dazu zählen Hölzer aus Europa und Holzpartien mit einem anerkannten Umweltzeichen. Hinweise hierzu finden sich unter Zimmerer > Materialien > Materialeinkauf > Umweltzeichen
- **Formaldehyd** bleibt ein **Gefahrstoff**, der insbesondere bei empfindlichen Menschen zu gesundheitlichen Störungen führen kann. Im Sinne einer langfristig hohen Produktqualität sollten deshalb nur formaldehydarme Materialien zum Einsatz kommen. Dazu zählen Holzwerkstoffe, die mit dem Umweltzeichen für "**emissionsarme Holzwerkstoffe"** gekennzeichnet sind. Über das Internet kann man sich über die Hersteller solcher Werkstoffe informieren. Gerade im Wohnbereich, wo Plattenwerkstoffe beim Ausbau in großer Fläche zum Einsatz kommen, sollte man auf Hersteller zurückgreifen, die keine formaldehydhaltigen Leime verwenden. Nur so ist gesichert, dass der gesetzliche Formaldehydgrenzwert in der Raumluft von 0,1 **ppm** deutlich unterschritten wird. Weitere Hinweise hierzu finden sich unter Zimmerer > Materialien > Plattenwerkstoffe.
- **Holzschutzmittel** haben im Innenbereich nichts zu suchen. Hier ist durch eine geeignete Konstruktion ein ausreichender Holzschutz zu gewährleisten. Hinweise dazu können auf der Seite Zimmerer > Holzschutz nachgelesen werden.
- Der Einsatz von Gefahrstoffen sollte auf Produkte beschränkt werden, die maximal mit den Gefährdungen reizend, gesundheitsschädlich und brennbar gekennzeichnet sind. **Produkte mit den Kennzeichnungen**

  - giftig
- erbgutverändernd
- krebserzeugend
- fruchtbarkeitsgefährdend

  sollten grundsätzlich nicht verarbeitet werden.

Bild: Kennzeichnung "Giftig"



Lieferanten

Ein guter Lieferant bestimmt sich durch mehr als den Preis seiner Produkte. Um langfristig zufriedene Kunden zu haben, sind weitere **Kompetenzen** gefragt:

- **Termintreue**
- Kompetente **Beratung** für die Einsatzmöglichkeiten der Produkte
- Bereitstellung von detaillierten **Produktinformationen** zur Wohngesundheit
- Unterstützung bei der **Präsentation** der eigenen Produkte gegenüber dem Kunden durch Unterlagen, Fotos usw.
- Rücknahme von unerwünschten **Transportverpackungen**

In den meisten Betrieben werden die Lieferanten in einer **Lieferantendatei** geführt. Man sollte dort auch die Erfahrungen mit Störungen oder Problemen dokumentieren. Eine solche Form der

Lieferantenbewertung kann für die weitere Entwicklung guter Lieferantenbeziehungen, auf die man als Handwerker angewiesen ist, hilfreich sein.

CE-Zeichen

Zunehmend werden europaweit die Normen für Maschinen und Werkstoffe vereinheitlicht. Die damit einhergehenden Sicherheitsanforderungen sind dann für alle Anbieter vergleichbar. Das CE-Zeichen auf den Produkten sichert dem Verwender zu, dass diese grundlegenden Sicherheitsanforderungen und Schutzeinrichtungen eingehalten worden sind. Dazu zählen insbesondere

- Hinweise auf besondere Gefährdungen
- Lärmpegelangabe
- Betriebs- und Wartungsanweisungen

Weitere Hinweise zu Inhalt und Einsatz finden sich auf der Seite Zimmerer > Unternehmensführung > CE-Kennzeichnung.

Gefahrstoffverzeichnis

Über jeden Materialeinkauf werden auch die Gefährdungen festgelegt, die im Rahmen der Verarbeitung für die Mitarbeiter entstehen. Ein Gefahrstoffverzeichnis dokumentiert diese Gefährdungen und ermöglicht Rechtssicherheit. Damit kann der Unternehmer bei Rückfragen der Kunden bzw. gesundheitlichen Beschwerden der Mitarbeiter die erforderlichen, Informationen zur Verfügung stellen und die Mitarbeiter im Rahmen der Prävention ausreichend schulen.

Weitere Hinweise zum Thema Gefahrstoffverzeichnis finden sich unter Zimmerer > Unternehmensfuehrung > Gefährdungsbeurteilung > Gefahrstoffe

Materialerfassung

Für den Aufbau eines Umweltmanagement-Systems ist wichtig zu wissen, welche Materialmengen genau verarbeitet wurden. Während die Erfassung der Lieferantenrechnungen durch die Buchhaltung detailliert erfolgt, werden die damit einhergehenden Materialmengen meistens nicht erfasst. Dabei ist es ganz interessant, zu wissen, wie viel Kubikmeter Holz oder wie viele Quadratmeter Platten in einem Jahr verarbeitet wurden. Der Materialeinsatz lässt sich dann nicht nur über den Geldwert, sondern auch über die verarbeitete Menge bewerten.

Die Lieferanten machen es einem allerdings nicht immer leicht, diese Mengenangaben aus den Rechnungen zu entnehmen. Hinzu kommt, dass Halbfertigteile wie Leisten, Türrohlinge oder Ähnliches im Hinblick auf die Materialmenge nur schwer zu vergleichen sind.

Für ein Umweltmanagement-System sollten die eingekauften Mengen der wesentlichen Materialarten erfasst werden. Es reicht aus, sich auf die für die eigene Fertigung **wesentlichen Materialgruppen** zu beschränken. Dies können sein:

- Leime/Klebstoffe (in kg)
- Oberflächenmaterialien (in kg)
- Plattenwerkstoffe (in m^2)
- Massivholz (in m^3)
- Kantenmaterial (in lfm)
- Glas (in m^2)

Am einfachsten können diese **Daten bei der Rechnungskontrolle erfasst** werden. Dabei kommt es nicht auf die Kommastelle an, sondern es gilt mit einer guten Schätzung realistische Werte zu ermitteln.

Beispieltabellen zur besseren Erfassung gängiger Bereiche:

- Massivholz (xls, 47 KB)
- Klebstoffe (xls, 73 KB)
- Plattenwerkstoffe (xls, 132 KB)
- Oberflächenmaterialien (xls, 48 KB)

Subunternehmer

Bei der Auswahl von Subunternehmern gilt es, auch die Belange des Arbeitsschutzes zu berücksichtigen. **Fehler und Unfälle dieser Unternehmen werden immer direkt in einem Zusammenhang mit den eigenen Betrieb und seinen Leistungen gebracht.** Der Subunternehmer sollte in folgenden Bereichen eine ausreichend gute Betriebsorganisation belegen können:

- Baustellenorganisation
- Gefahrstoffe
- Arbeitsmittel
- Persönliche Schutzausrüstung
- Fahrzeuge und Verkehrswege
- Absturzsicherungen
- Arbeiten mit besonderer Gefährdung

Vor der Auftragsausführung sollte deshalb eine **Sicherheitsbesprechung mit dem Subunternehmer** stattfinden, auf dem alle die betreffende Baustelle relevanten Sicherheitsfragen besprochen werden.

Checkliste und Dokumentation der Sicherheitsbesprechung mit Subunternehmer (pdf, 47 KB)

Fremdarbeiter

Auch die eigenen Mitarbeiter können durch Aktivitäten der Subunternehmer gefährdet werden. Von daher ist eine ausreichende Qualifizierung und **Einweisung der Mitarbeiter des Subunternehmers** sicherzustellen. Um sich im Schadensfall ausreichend abzusichern kann es erforderlich sein, selbst eine ausreichende Unterweisung vorzunehmen.

Einweisung Fremdfirmenarbeiter (pdf, 52 KB)

Arbeitsmedizinische Vorsorge

Die arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen dienen dazu, die **Leistungsfähigkeit** der Mitarbeiter zu erhalten und **gesundheitliche Beeinträchtigungen** durch die berufliche Tätigkeit auszuschließen. Für das Zimmererhandwerk sind folgende **möglichen Belastungen** zu nennen, die im Rahmen einer arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchung zu kontrollieren wären:

- Mineralische Stäube
- Asbesthaltige Stäube
- Chorm VI-Verbindungen (Holzschutzmittel)
- Lärm
- Isocyanate (Montageklebstoffe)
- Bildschirm-Arbeitsplätze
- Holzstaubbelastung

Gemeinsam mit dem zuständigen arbeitsmedizinischen Dienst sollte der konkrete Umfang der erforderlichen Vorsorgeuntersuchungen abgestimmt werden. Der Arbeitsmediziner legt dann auch entsprechend der Belastung des Mitarbeiters den Zeitrahmen fest, in dem eine eventuell erforderliche Wiederholungsuntersuchung erforderlich ist.

In Baden-Württemberg betreibt die Berufsgenossenschaft-Bau zwei Zentren für Arbeitsmedizin:

Arbeitsmedizinischer Dienst der Südwestlichen Bau-Berufsgenossenschaft	Steinhäuser Str. 10 76135 Karlsruhe Tel. 0721 - 81020 Fax 0721 - 8102-654
Arbeitsmedizinischer Dienst der Württembergischen Bau-Berufsgenossenschaft	Friedrich-Gerstlacher Str. 15 71032 Böblingen Tel. 07031 - 625-0 Fax 07031 - 625-127

Qualifikation

Der erfolgreiche Handwerker braucht qualifizierte und motivierte Mitarbeiter. Im Rahmen der Einführung eines Management-Systems geht es darum, die Qualifizierung und die berufliche Weiterentwicklung des Mitarbeiters angemessen zu dokumentieren. Aus den Überlegungen zur Organisation und den betrieblichen Abläufen (siehe Zimmerer > Unternehmensführung > AMS > Organisationsstruktur) ergeben sich Zuständigkeiten und Abläufe. Diese können in Übersichten oder Stellenbeschreibungen für die Mitarbeiter dokumentiert werden.

Schulungen

Auf die eingesetzten Mitarbeiter kommen nicht unerhebliche Anforderungen zu. Zudem bedingen die vielfältigen **Weiterentwicklungen bei Materialien und in der Technik**, dass die Mitarbeiter regelmäßig weiter geschult und qualifiziert werden müssen. Aufgrund der **Vorgaben des Arbeitssicherheitsgesetzes** muss der Betrieb regelmäßig Mitarbeiter angemessen in Form und Umfang **unterweisen**. Hinweise zum Thema **Betriebsanweisungen** sind ausführlicher auf der Seite Zimmerer > Unternehmensführung > Unterweisungen zu finden.

Sachkundige

Für die **regelmäßige Kontrolle von prüfpflichtigen Anlagen und elektrischen Betriebsmitteln** bedarf es sachkundiger Mitarbeiter bzw. geeigneter Dienstleister, die diese Überprüfungen vornehmen können. Sofern eigene Mitarbeiter dazu qualifiziert worden sind, sollte dies in geeigneter Form dokumentiert werden.

Bestellung Sachkundiger (doc, 57 KB)

Von **Staplern, Kranen und anderen Flurförderzeugen** geht ein erhöhtes Unfallrisiko aus. Deshalb dürfen diese Einrichtungen nur besonders geschulte Mitarbeiter bedienen. Die dafür erforderlichen Kurse werden von der Berufsgenossenschaft Bau oder von qualifizierten Lieferanten angeboten. Die entsprechenden Beauftragungen sollten schriftlich dokumentiert werden.

Beauftragung Bedienung Flurförderzeuge (pdf, 24 KB)

Beauftragung Kranführer (pdf, 24 KB)

Schulungsübersicht

Zur besseren **Planung und Dokumentation der Schulungsaktivitäten** im Betrieb sollten diese in einer Übersicht geführt werden. Jeder dieser Maßnahmen stellt eine Qualifizierungsmaßnahme dar, die dazu beiträgt, die **Motivation und Mitverantwortung der Mitarbeiter zu stärken**. Um den Qualifikationsstand der Mitarbeiter zu dokumentieren, sollten auch betriebsinterne Einweisungen von Vorgesetzten, Lieferanten und Herstellern sollten festgehalten werden.

Es bietet sich an, diese Planung auszuhängen und die Anstrengungen des Betriebes zu verdeutlichen, die dazu beitragen, den Arbeitsplatz zu sichern.

Schulungsplan (doc, 57 KB)

Ergebniskontrolle

Kernpunkt eines jeden Management-Systems ist es, einen Prozess in Gang zu bringen, mit dem man den eigenen Betrieb regelmäßig beurteilen kann. Um festgestellte Schwachpunkte zu verbessern, lassen sich daraus

- Ziele ableiten,
- Investitionen planen
- Qualifikationsmaßnahmen festlegen

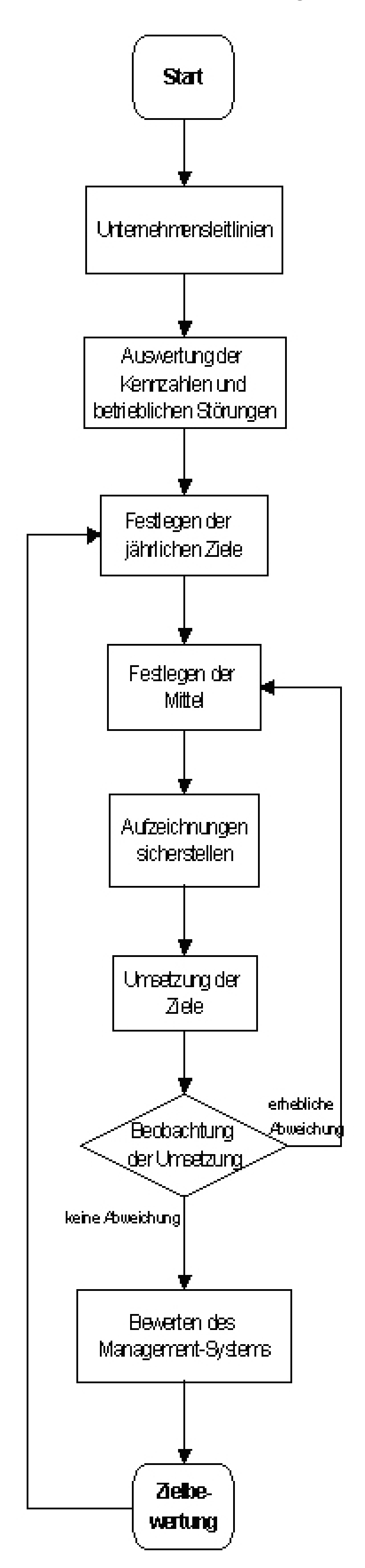
Im Kapitel Zimmerer > Unternehmensführung > AMS > Setzen von Zielen werden weitere Hinweise gegeben, wie sich der Betrieb Ziele selbst vorgeben kann.

Daraus ergeben sich langfristig folgende **Vorteile**:

1. **Effektive Nutzung** der betrieblichen Ressourcen
2. Minimierung der **gesundheitlichen Risiken** für die Mitarbeiter
3. Senken der **Umweltbelastungen** des Betriebes

Dieser Prozess der kontinuierlichen Verbesserung lässt sich als Ablauf wie folgt darstellen:

Bild: Prozessablauf "Ständige Verbesserung"



Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH

Die Einführung eines integrierten Management-Systems "zwingt" den Betrieb dazu, seine Ziele regelmäßig zu formulieren. Damit erhalten sie eine andere Verbindlichkeit und deren Umsetzung wird überprüfbar. Getreu nach dem Motto - **"Nur wer sich wandelt - bleibt"**.

Mitarbeiter

Trotz aller Technik sind die Mitarbeiter der Kern des betrieblichen Erfolgs. Sie haben **maßgeblichen Einfluss auf die Umwelteinwirkungen und Gefährdungen** des Betriebes:

- Einsatz von Schutzeinrichtungen an Maschinen und Anlagen
- Abfalltrennung und Abfallentsorgung
- Strombedarf durch Maschinen und Anlagen
- Kraftstoffverbrauch der Fahrzeuge
- Umwelt- und Gesundheitsrisiken im Umgang mit Gefahrstoffen
- Lärmbelastung durch Handmaschinen
- Materialverbrauch
- Brandrisiken im Umgang mit brennbaren Stoffen
- Druckluftverbrauch beim Abblasen

Es hat deshalb wenig Zweck, schöne Unternehmensziele zu formulieren, wenn die Mitarbeiter nicht mitverantwortlich in deren Umsetzung einbezogen werden.

Es geht nicht darum, alle Entscheidungen erst umfangreich gemeinsam zu diskutieren und abzustimmen. Erfolgreiche Betriebe wissen, in welchem Umfang sie ihre Mitarbeiter in die betrieblichen Entscheidungen einbeziehen müssen, damit diese sich mitverantwortlich ins Unternehmen einbringen. **Erst eine klare Zuordnung von Zuständigkeiten ermöglicht dezentrale und schnelle Entscheidungen - und dies ist für den Umwelt- und Arbeitsschutz genauso wichtig wie für den betrieblichen Erfolg.**

Stellenbeschreibung

Was sich für Handwerker oft abschreckend anhört ist **wichtig für die Zusammenarbeit im Betrieb**. Aufgabe einer Stellenbeschreibung ist es, alle **wesentlichen Erwartungen des Arbeitgebers im Hinblick auf die Qualifikation und Zusammenarbeit** zu formulieren. In welcher Form der Betriebsinhaber das mit seinen Mitarbeitern abstimmt ist zunächst zweitrangig. Es kann aber hilfreich sein, wenn man die wesentlichen Punkte in einer schriftlichen Übersicht zusammenstellt.

Vorschlag für die Aufgabenbeschreibung eines Werkstattmitarbeiters (doc, 24 KB)

Mitarbeiterinformation

Um Mitarbeiter verantwortlich in die Organisation einzubinden, müssen sie ausreichend informiert werden. Dies kann durch geeignete Aushänge unterstützt werden. Vielfach finden sich einige Plakate der Bau-Berufsgenossenschaft am schwarzen Brett. Wenn die Veröffentlichungen aber direkt auf die **eigenen betrieblichen Aspekte** verweisen, wird das Ganze viel interessanter:

- **Plakate und Broschüren** der Berufsgenossenschaft Bau
- Veröffentlichen von **Kennzahlen zum Stromverbrauch und Abfallaufkommen**
- Wichtige gemeinsame **Ziele und Planungen**
- **Rückmeldungen** von Kunden
- Zuordnung von **gemeinsamen Aufgaben**
- Auswertung von **Arbeitsunfällen**

Diese Maßnahme kann das gemeinsame Gespräch nicht ersetzen, sondern nur unterstützen. Versammlungen und Treffen ermöglichen den direkten Austausch und Diskussion über die konkrete Lösung von Problemen sowie die Maßnahmen zur Umsetzung.

Dabei kann es sinnvoll sein, die erforderlichen **Unterweisungen** zu integrieren. **Das gemeinsame Gespräch über Sauberkeit und Ordnung, Arbeitsunfälle und -risiken muss regelmäßig geführt werden.**

Weiterbildung

Mitarbeiter mit Mitverantwortung müssen entsprechend qualifiziert und geschult sein. Die heutige Weiterentwicklung der Informations-, Maschinen- und Materialtechnik erfordert, dass man sich regelmäßig weiterbildet, um am Markt eine erstklassige Leistung zu liefern. Dies betrifft nicht nur den Betriebsinhaber, sondern genauso die Mitarbeiter.

Es ist die Aufgabe des Betriebsinhabers, den Anspruch an Weiterbildung gegenüber den Mitarbeitern zu verdeutlichen und ihnen Möglichkeiten aufzuzeigen, wie sie besser werden können. Allerdings müssen auch die Mitarbeiter an sich selbst den Anspruch stellen, sich weiterqualifizieren zu wollen.

Weiterqualifizierung scheitert in den Betrieben häufig daran, dass keine geeignete **Regelung über die mit ihr einhergehende Vergütung** gefunden wird. Wenn beide Seiten von der Weiterbildung profitieren, sollten auch die Lasten geteilt werden. In der Praxis haben sich Absprachen bewährt, laut denen **der Mitarbeiter seine Freizeit für entsprechende Schulungsmaßnahmen einbringt und dafür pauschal mit einem geringen Betrag vergütet wird.** Dadurch halten sich die Aufwendungen des Betriebes für Schulungen in Grenzen und der Mitarbeiter wird motiviert.

Der Erfolg von Schulungen hängt davon ab, wie gut es gelingt, die Schulungsinhalte in die betriebliche Praxis umzusetzen. **Wenn die Mitarbeiter nach einer Schulung die Erkenntnisse und Informationen an andere Mitarbeiter weitergeben, festigt sich das Gelernte und der Nutzen wird weiter gestreut.**

Aktuelle Schulungsinhalte werden vom **Verband des Zimmerer- und Holzbaugewerbes Baden-Württemberg wie auch den Handwerkskammern** jährlich neu aufbereitet. Hier sollte der Betriebsinhaber Angebote einholen und den Mitarbeiter zur Verfügung stellen. Auch in **Zusammenarbeit mit Herstellern und Lieferanten** lassen sich gerade im Materialbereich gute Praxisseminare durchführen.

Das **Kompetenzzentrum Holzbau & Ausbau in Biberach** hat gemeinsam mit dem Verband viele Spezialseminare entwickelt, um die Zimmerer fachlich zu qualifizieren und wichtige aktuelle Themen wie z.B. den Energiepass für das Zimmererhandwerk aufzubereiten.

Weiterbildung muss ein Teil der persönlichen Weiterentwicklung sein, dann trägt sie zum Unternehmenserfolg bei und hilft, Gefährdungen und Umweltrisiken zu minimieren.

CE-Kennzeichnung

Das CE-Zeichen dient der europaweiten Vereinheitlichung von Sicherheitsstandards für Maschinen. Es basiert auf den Anforderungen der EU-Maschinenrichtlinie von 1998 und wurde durch das Geräte- und Produktsicherheitsgesetz (GPSG) in Deutschland übernommen.

Im Sinne der Richtlinie gilt als "Maschine" eine Gesamtheit von miteinander verbundenen Teilen oder Vorrichtungen, von denen mindestens eine beweglich ist, sowie gegebenenfalls von Betätigungsgeräten, Steuer- und Energiekreisen usw., die für eine bestimmte Anwendung, wie die Verarbeitung, die Behandlung, die Fortbewegung und die Aufbereitung eines Werkstoffes zusammengefügt ist.

Darunter fallen auch auswechselbare Ausrüstungen zur Änderung der Funktion der Maschine, sofern es sich hierbei nicht um Ersatzteile oder Werkzeuge handelt.

Die Anforderungen der Maschinenrichtlinie gelten nicht für Maschinen, deren einzige Kraftquelle die unmittelbar angewandte menschliche Arbeitskraft ist.

Alle **typischen Holzbearbeitungsmaschinen gelten als besonders gefährliche Maschinen.** Für sie ist eine EG-Baumusterprüfung erforderlich. Dabei wird geprüft, ob die Maschinen allen aktuell geltenden Sicherheitsnormen in der EU genügen.

Der Hersteller ist dafür verantwortlich, dass seine Produkte stets allen relevanten EG-Richtlinien entsprechen. Er muss daher alle EG-Neuerungen verfolgen und seine Produkte und Konformitätserklärung gegebenenfalls aktualisieren bzw. eine neue EG-Baumusterprüfung durchführen lassen.

Mindeststandards

Über die Maschinenrichtlinie werden eine Fülle von Standards vorgegeben. Die für die Holzverarbeitung wesentlichen Aspekte sind:

- Durch die Bauart der Maschinen muss gewährleistet sein, dass **Betrieb, Rüsten und Wartung** bei bestimmungsgemäßer Verwendung **ohne Gefährdung von Personen** erfolgen.
- Bei bestimmungsgemäßer Verwendung müssen Belästigung, Ermüdung und psychische Belastung (Stress) des Bedienungspersonals unter Berücksichtigung der **ergonomischen Prinzipien** auf das mögliche Mindestmaß reduziert werden.
- Das **Ingangsetzen einer Maschine** darf nur durch absichtliche Betätigung einer hierfür vorgesehenen Befehlseinrichtung möglich sein.
- Jede Maschine muss mit einer oder mehreren **Notbefehlseinrichtungen** ausgerüstet sein, durch die unmittelbar drohende oder eintretende gefährliche Situationen vermieden werden können.
- Die **beweglichen Teile der Maschine** müssen so konzipiert, gebaut und angeordnet sein, dass jedes Risiko durch Erreichen der Gefahrstelle, das zu Unfällen führen kann, ausgeschlossen wird.
- Die Maschine muss so konzipiert und gebaut sein, dass **Gefahren durch Lärmemission** auf das unter Berücksichtigung des technischen Fortschritts und der verfügbaren Mittel zur Lärmminderung erreichbare niedrigste Niveau gesenkt werden.
- Die Maschine muss so konzipiert, gebaut und/oder ausgerüstet sein, dass **Gefahren durch Stäube vermieden** werden. Die Maschine muss so ausgerüstet sein, dass die genannten Stoffe aufgefangen und/oder abgesaugt werden können.
- Kann die Maschine unter Einsatzbedingungen verwendet werden, die Gefahren eines **Rückschlags von Holzstücken** mit sich bringen, so muss sie derart konzipiert, gebaut oder ausgerüstet sein, dass ein Rückschlag vermieden wird oder, wenn dies nicht der Fall ist, der Rückschlag für das Bedienungspersonal und/oder die gefährdeten Personen keine Gefahren mit sich bringt.
- Die Maschine muss über **selbsttätige Bremsen** verfügen, die das Werkzeug in ausreichend kurzer Zeit zum Stillstand bringen, wenn beim Auslaufen die Gefahr eines Kontakts mit dem Werkzeug besteht.
- Auf jeder Maschine müssen deutlich lesbar und unverwischbar folgende Angaben angebracht sein (**Typenschild**):
  - Name und Anschrift des Herstellers
  - CE-Kennzeichnung
  - Bezeichnung der Serie oder des Typs
  - gegebenenfalls Seriennummer
  - Baujahr


Bild: Typenschild mit CE-Zeichen



Diese Vorgaben muss ihr Lieferant für alle seine Maschinen mit CE-Zeichen belegen. Fragen Sie ihn einfach, wenn die Umsetzung der Mindestanforderungen nicht nachvollziehbar ist.

Betriebsanleitung

Jede Maschine muss mit einer Betriebsanleitung mit den folgenden Mindestangaben versehen sein:

- die bestimmungsgemäße Verwendung
- Angaben, damit
  - die Inbetriebnahme
  - die Verwendung
  - die Handhabung
  - die Installation
  - die Montage und Demontage
  - das Rüsten
  - die Instandhaltung einschließlich der Wartung und die Beseitigung von Störungen im Arbeitsablauf gefahrlos durchgeführt werden können
- Einarbeitungshinweise und die wesentlichen Merkmale der Werkzeuge, die an der Maschine angebracht werden können
- Angabe des **Schallleistungspegel** der Maschine

Das Geräte- und Produktsicherheitsgesetz fordert zudem vom Betreiber, dass **bei gleichen Maschinentypen diejenige bei der Beschaffung zu bevorzugen ist, die einen geringeren Schallleistungspegel aufweist**.

Handmaschinen

Die in der Hand gehaltenen bzw. von Hand geführten tragbaren Maschinen müssen einer grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsanforderung entsprechen: Sie müssen je nach Maschinentyp eine ausreichend große Auflagefläche und eine ausreichende Zahl von richtig dimensionierten und angeordneten Griffen besitzen, um die Stabilität der Maschine bei bestimmungsgemäßer Verwendung zu gewährleisten.

Kauf neuer Maschinen

Folgende **Vereinbarung** sollte **mit dem Lieferanten** bei der Bestellung neuer Maschinen oder Anlagen getroffen werden:

Die Maschine muss mit der CE-Kennzeichnung versehen sein. Ihr muss eine EG-Konformitätserklärung gemäß Anhang II Abschnitt A der EG-Maschinen-Richtlinie beigefügt sein. Ebenso muss der Maschine eine Betriebsanleitung in deutscher Sprache entsprechend den Anforderungen nach Anhang I Nr. 1.7.4 Buchstabe a bis e, g und h der EG-Maschinenrichtlinie beigefügt sein.

Weitere Zeichen



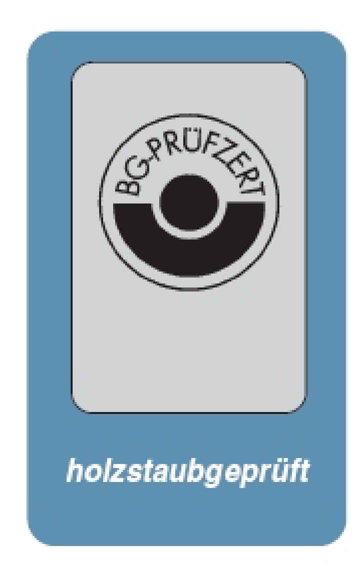
GS-Zeichen

Das GS-Zeichen ist ein freiwilliges Zeichen. Es kann sowohl für verwendungsfertige Gebrauchsgegenstände als auch für technische Arbeitsmittel vergeben werden. Mit dem GS-Zeichen ("Geprüfte Sicherheit") dürfen technische Produkte versehen werden, wenn:

- nach einer Prüfung eines Baumusters durch eine zugelassene, unabhängige Stelle diese bestätigt, dass das Produkt den sicherheitstechnischen Anforderungen entspricht und
- die Prüf- und Zertifizierungsstelle kontrolliert, dass nur dem Baumuster entsprechende Produkte in den Verkehr gebracht werden (Fertigungskontrolle).

Erfüllt ein Hersteller diese Anforderungen, wird eine GS-Prüfbescheinigung ausgestellt. Grundlage für das GS-Zeichen ist das Geräte- und Produktsicherheitsgesetz (GPSG).





BG-Prüfzert

Auch das BG-Prüfzert ist ein freiwilliges Zeichen der berufsgenossenschaftlichen Prüf- und Zertifizierungsstellen. Gekennzeichnet werden können verwendungsfertige Arbeitsmittel ebenso wie Teile, Anbau- und Zusatzgeräte. Gegenüber dem GS-Zeichen können damit auch Teilaspekte geprüft und gekennzeichnet werden. **Für holzverarbeitende Maschinen wird es überwiegend zur Kontrolle der ausreichenden Stauberfassung verwendet, damit die Maschine bei entsprechender Absaugung als "staubarm" eingestuft werden kann.**

Eine umfassende Baumusterprüfung durch eine Prüf- und Zertifizierungsstelle im BG-PRÜFZERT ist Voraussetzung, damit ein Produkt das BG-PRÜFZERT-Zeichen erhalten kann. Dabei wird festgestellt, ob das Produkt die Anforderungen an Sicherheit und Gesundheitsschutz einhält. Eine Produktionskontrolle ist ein wesentlicher Bestandteil des Zertifizierungsprogramms, um den Schutz des Zeichens sicherzustellen.

Ein Zertifikat mit Zuerkennung des BG-PRÜFZERT-

Zeichens ist maximal fünf Jahre gültig.



H2-Prüfzeichen

Entstauber dürfen auch in Arbeitsräumen betrieben werden, wenn sie mit Prüfzeichen H2 oder H3 gekennzeichnet sind.

Beim Prüfzeichen H2 darf der Anteil der rückgeführten Luft unter Berücksichtigung des natürlichen Luftwechsels nicht höher als 50% sein.

Bei Prüfzeichen H3 (Reststaubgehalt < 0,1 mg/m³) gibt es keine Anforderungen im Hinblick auf einen zusätzlichen Luftwechsel.

Das Prüfzeichen H2 bzw. H3 wird durch die BG-Prüfzert-Stellen vergeben und unterliegt den gleichen Anforderungen.



BG-TEST

Eine CE-Kennzeichnung gibt es für Holzbearbeitungsmaschinenwerkzeuge nicht. Das BG-Test-Zeichen ist ein Prüfzeichen für Werkzeuge, die im **Handvorschub und für Arbeiten mit dem Vorschubapparat** eingesetzt werden.

Werkzeuge für den Handvorschub müssen zudem mit der **Kennung "MAN" (Manuell)** versehen sein. Für den rein mechanischen Vorschub werden die Werkzeuge mit "MEC" gekennzeichnet.

Die **Werkzeuge sind nur für den angegebenen Drehzahlbereich zugelassen.** Die Maschine muss eine Drehzahl ermöglichen, die über der Mindest- und kleiner der maximalen Drehzahl ist.

Eine Liste aller **Maschinen, Staubsauger und Entstauber, die mit einem Prüfzeichen versehen** sind, kann von den Internetseiten der Holz-Berufsgenossenschaft heruntergeladen werden.

Marketing

Jeder umweltorientierte Betrieb muss sich am Markt behaupten können. In einem Umfeld, das von Schnäppchenjagd geprägt ist, scheint es schwierig, Nachhaltigkeit "zu verkaufen". Gleichwohl stellt man fest, dass trotz stagnierender Konsumausgaben der Biomarkt beständig wächst - zumindest im Nahrungsmittelbereich. Das wiederum verweist darauf, dass sich Umweltargumente beim Kunden nur dann gewinnbringend einsetzen lassen, wenn sie einen direkten Nutzen versprechen.

Eine auf Nachhaltigkeit orientierte Marketingstrategie kann sich an folgenden **Grundaussagen** orientieren:

- Herstellung **langlebiger Produkte** auf der Basis **nachwachsender Rohstoffe**
- Einsatz **schadstoffarmer und gesundheitsverträglicher Materialien**

- Gewährleistung **langfristiger Nutzbarkeit** durch Reparatur- und Anpassungsfähigkeit
- Serviceangebote zur **Verbesserung der Wohngesundheit**
- Lebensqualität und **Freude am Gebrauch**
- Ortsnahe **persönliche Kundenbetreuung**

Zielgruppen

Eine solche werteorientierte Marketingstrategie wird wenig Eindruck bei Käuferschichten machen, die sich primär vom Preis leiten lassen. Auch bei der Käuferschicht, der es vor allem um die Zurschaustellung von Exklusivität im Konsum geht, wird man damit kaum etwas erreichen. Vor allem folgende Zielgruppen können durch ein ökologisch orientiertes Marketing angesprochen werden:

Tabelle: Zielgruppenanalyse für ökologisches Marketing

Etablierte	Statusbewusst mit dem Anspruch, etwas Besonders zu repräsentieren. Dieses Milieu hebt sich durch seine besonderen Freizeitaktivitäten (Sportaktivitäten im Rahmen von Clubs, Theater- und Opernbesuche...) ebenso von der Masse ab, wie durch seine gepflegte Esskultur.
Postmaterielle	Dieses Milieu hat stärker intellektuelle Interessen als die Etablierten. Statt im Club Tennis zu spielen, steht eher Joggen oder Tai Chi auf dem Sportplan. Und statt in der Oper dem Bedürfnis nachzugehen, zu sehen und gesehen zu werden, besucht es eher anspruchsvolle Theateraufführungen. Bei der Körperpflege findet man ein starkes Interesse an Naturkosmetik.
Moderne Performer	Dieses Milieu ist jung, unkonventionell und begreift sich als Leistungselite. Performer wollen ihr Leben intensiv genießen. Sie sind stark technisch orientiert und treiben oft Extremsport.
Bürgerliche Mitte	Dieses Milieu strebt nach Etablierung in gesicherten bürgerlichen Verhältnissen. Die Gestaltung des harmonischen Familienlebens hat einen herausragenden Wert. In der Freizeit nehmen Aktivitäten mit den Kindern sowie in Vereinen einen breiten Raum ein.

Quelle: Sinus-Institut, "Strategische Zielgruppenanalyse für den Ökomarkt", Heidelberg, 2003

Kaufmotive und Kundennutzen

Jede Zielgruppen hat besondere Interessen und Ansprüche. Umweltbezogenes Marketing muss den jeweiligen Nutzen für die Zielgruppe herausarbeiten. Dazu kann folgende Übersicht hilfreich sein:

Tabelle: Kaufmotive und mögliche Nutzenvorteile

Sicherheit	• Minimierung des Risikos von Wohnkrankheiten und Allergieempfindlichkeiten • Kein anonymer Warenverkauf, sondern individuell angepasste Produkte • Kompetente Fachleute sichern eine hohe Werthaltigkeit • Angebot von Rücknahmemöglichkeiten eröffnet langfristige Perspektiven
Wirtschaftlichkeit	• Langlebige Möbel, die repariert und angepasst werden können, sind insgesamt billiger als kurzfristige preiswerte Produkte • Rücknahmemöglichkeiten ersparen späteren Kostenaufwand für eigene Entsorgung

Statusbedürfnis	• Langlebige Produkte mit hohem Designanspruch können das eigene Geltungsbedürfnis unterstreichen
Lebensqualität	• Minimierung der gesundheitlichen Risiken durch ökologisch orientierte Materialauswahl
Sinnlichkeit	• Handwerkliche Produkte aus Holz zeichnen sich durch eine individuelle Schönheit aus, die nicht künstlich imitiert werden kann • Biologische Oberflächen vermitteln einen unmittelbaren Kontakt zur Holzoberfläche. Es gibt keine "trennende" Lackschicht.

Entsprechend den Bedürfnissen des Kunden gilt es, die für ihn relevanten Nutzenvorteile anzusprechen. Nur **wenn der Kunde direkte persönliche Vorteile erkennen kann, gelingt es, aus der reinen Preisdiskussion herauszukommen**.

Kooperation

Kooperation auf der Baustelle ist ein wesentlich Faktor für nachhaltiges Bauen. Doch leider arbeiten beim Bauablauf die verschiedenen Gewerke oft gegeneinander. Jedes Gewerk muss sich aufgrund der Preissituation allein an seiner eigenen Wirtschaftlichkeit orientieren. Das Zusammenspiel der Gewerke gerät dabei ins Hintertreffen. Sichtbar wird dies in der Praxis vor allem an den Anschlussstellen zwischen den Leistungen der einzelnen Baugewerke (z.B. Dehnungsfugen in Estrich und Parkett, die wiederum der Türenplanung entsprechen müssen oder Trennfugen, die eine Schallübertragung verhindern sollen). An ihnen wird schnell sichtbar, dass **erst durch eine gute Zusammenarbeit ein nachhaltiges Bauen möglich ist**.

Durch eine gute Kooperation am Bau ergeben sich folgende **Vorteile**:

- Eine verbesserte **inhaltliche und terminliche Abstimmung** verringert unnötige Fahrten und vermeidet Missverständnisse auf der Baustelle, die zu Baufehlern führen können.
- **Ökologische Standards** können gewerkeübergreifend geplant werden.
- Bessere **Ausnutzung von teuren Abbundanlagen**
- Eine gute fachliche Zusammenarbeit gewährleistet eine **hohe Lebensdauer der Bauteile**.
- Kooperationen können das **Leistungsspektrum erweitern** und darüber hinaus helfen, eigene Kompetenzen auszubauen.
- Gemeinsam ergibt sich für die Kooperationspartner **Zugang zu Kundensegmenten**, die alleine nicht erreicht werden.
- Auch **größere Aufträge** können termingerecht abgewickelt, personelle Engpässe ausgeglichen und Überkapazitäten abgebaut werden.
- **Gemeinsame Werbung und Marketing** sind einfacher und wirkungsvoller zu organisieren.

Kooperationsformen

Kooperationen im Handwerk können schon durch **einfache mündliche Absprachen** entstehen, die auf eine lockere Zusammenarbeit abzielen. In dieser Form ergeben sich in der Praxis häufig Kooperationen. Sie basieren auf Vertrauen, das aus guter Zusammenarbeit entsteht. Sie sind einfach zu bilden und benötigen keinen aufwändigen Organisationsapparat. Gegenseitige bedarfsgerechte Unterstützung hilft Terminspitzen und Nachfrageflauten auszugleichen.

Andererseits sind solch lose Kooperationen in der Kundenansprache beschränkt. Die konkrete Koordination über mehrere Gewerke ist auf ihrer Basis meist nicht möglich.

Zu den **verbindlicheren Formen der Kooperation** zählen Unternehmen, die auf der Grundlage einer schriftlichen Vereinbarung geschäftliche Aufgaben gemeinsam wahrnehmen, dabei aber juristisch und wirtschaftlich selbständig bleiben. Es ergeben sich Möglichkeiten, größere Projekte gemeinsam abzuwickeln. Die Kundenansprache kann effektiver und vielfältiger erfolgen. Durch die engere finanzielle Verflechtung sind jedoch die finanziellen Risiken meist deutlich höher.

Kooperationen leben von den Stärken ihrer Mitglieder - deshalb ist nur der Betrieb für Kooperationen geeignet, der seine Stärken kennt und weiß, wo er besser ist als die anderen.

Für die Bildung von verbindlicheren Kooperationen hat es sich bewährt, einen **Fachberater z.B. aus den Handwerkskammern** hinzuzuziehen, der den Prozess der Kooperationsgründung begleiten und rechtliche Hilfestellungen geben kann.

Auch über den **Verband** können sich Betriebe nach möglichen Kooperationspartnern erkundigen, um Formen der Zusammenarbeit innerhalb des Gewerks zu etablieren.

Kooperationsbeispiele



Haus.Fach.Gerecht HFG

Haus- Fach-Gerecht plant, koordiniert, und führt praktisch alle Arbeiten rund ums Haus aus. Die Kooperation besteht aus 10 Handwerksunternehmen, die den gesamten Bereich Bauen und Renovieren anbieten. Sie bieten dem Kunden drei Varianten der Zusammenarbeit an:

BauService Paket "Tip"
Hier werden dem Kunden einige Grundinformationen gegeben und die Kooperation vermittelt an die Partnerbetriebe, die selbständig mit dem Kunden Verträge abschließen.

BauComfort Paket "Top"
Hier übernimmt einer der Handwerksmeister die zentrale Koordination aller Beteiligten und steht dem Kunden als Ansprechpartner zur Verfügung. Der Kunde hat mit der HFG nur einen zentralen Vertragspartner.

BauComfort Plus Paket "Vip"
Hier wird gegenüber der Variatne Top noch ein Architekt mit einbezogen, der die gestalterische Planung übernimmt.



Hand-in-Handwerker

Die Hand-in-Handwerker sind ein bundesweites **gewerkeübergreifende Kooperationskonzept**, dass in vielen Regionen eigene Ableger gegründet hat. Die Kooperation ist gekennzeichnet durch

- Gewerkeübergreifende Abwicklung von **kompletten Häusern** und Ausbauten
- Ein **zentraler Ansprechpartner** für den Kunden, der häufig als Architekt die Partner koordiniert
- Der Kunde erhält ein **Festpreisangebot**, die Detailabwicklung erfolgt dann über die Partner
- Die **abgestimmte Terminplanung** ermöglicht eine

gute und schnelle Zusammenarbeit der Gewerke.



Qualitätsverbund DachKomplett

Der Qualitätsverbund hat sich auf die Abwicklung von Baumaßnahmen im Bereich des Dachausbaus spezialisiert. Die Mitgliedsbetriebe sind besonders geschult worden und bieten dem Kunden die komplette Planung und Durchführung aus einer Hand an. Der Betrieb ist zentraler Ansprechpartner und berät auch den Kunden über mögliche Finanzierungsmöglichkeiten.

Der Qualitätsverbund wird von den Landesverbänden des Zimmererhandwerks unterstützt. Sie sind zuständig für die regionale Umsetzung des Qualifizierungs- und Marketingkonzeptes.

In Baden-Württemberg wird die Bildung von Kooperationen durch das Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg gefördert. Auskünfte gibt Herr Rentschler (steffen.rentschler@wm.bwl.de oder Tel. 0711/123-2708).

Fördermöglichkeiten

Bei den mehr als 300 verschiedenen Förderprogrammen auf Bundes-, Landes- und kommunaler Ebene fällt es nicht leicht, den Überblick zu bewahren. Die Förderdatenbank des Bundesministerium für Wirtschaft beinhaltet stets aktuelle Informationen. Auch die Internetbroschüre des Bundesumweltministeriums beschreibt über 150 Förderprogramme.

Im Bereich Wichtig für alle Branchen > Fördermöglichkeiten werden **allgemeine Informationen zum Thema Fördermöglichkeiten, Ansprechpartner und Programme gegeben**. Speziell für die Belange des Zimmererhandwerks kann das Kreditförderprogramm der **Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW)** genannt werden. Die KfW ist die zentrale Anlaufstelle in Deutschland, ihre Internetseite informiert über die aktuellen Förderprogramme und beinhaltet einen Tilgungsrechner.

Die **Programmkonditionen** unterscheiden sich im Hinblick auf

- Laufzeit
- Anzahl der tilgungsfreien Jahre
- Zinsbindungsfristen
- Zinshöhe

Alle Programme werden nicht direkt, sondern über die Hausbanken abgewickelt. Die genaue Zinshöhe ist abhängig von der Zahlungsfähigkeit (Bonität) des Kunden und wird von den Banken anhand des Förderantrages beurteilt.

Darlehensförderung für Investitionen im gewerblichen Bereich

Die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) fördert Investitionen der gewerblichen Wirtschaft zum Schutz von Wasser, Luft und Boden sowie zum sparsamen Umgang mit Energie. Folgende Programme stehen zur Verfügung:

- **ERP-Umwelt- und Energiesparprogramm**
  Darunter fallen alle Investitionen zum Schutz der Umweltbereiche Boden, Wasser und Luft sowie Energieeinsparung und Nutzung erneuerbarer Energien

- **KfW-Umweltprogramm**
  Das Umweltprogramm baut auf dem ERP-Umwelt- und Energiesparprogramm auf. Hierüber können weitere 25% der Gesamtinvestitionskosten in die Förderung einbezogen werden, wenn die Investition zur Verbesserung der Umweltsituation beiträgt.

Darlehensförderung im privaten Bereich

Darlehensförderungen im privaten Bereich unterstützen indirekt auch das Zimmererhandwerk. **Jedem Angebot für ein neues Dach oder einen Dachausbau sollte immer auch die Information über günstige Kreditfinanzierungsmöglichkeiten der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) beigefügt werden**.

Wohnraum Modernisieren

Aus diesem Programm vergibt die KfW Förderbank Darlehen zur Finanzierung von **klimaschutzrelevanten Maßnahmen** (ÖKO-PLUS) und **allgemeinen Modernisierungsmaßnahmen** (STANDARD) in allen bestehenden Wohngebäuden. Finanziert werden bis zu 100% der förderfähigen Kosten. Der Zinssatz richtet sich nach dem Anteil für STANDARD- bzw. ÖKO-PLUS-Maßnahmen an dem Kredit aus diesem Programm. Je höher der Kreditanteil für ÖKO-PLUS-Maßnahmen, desto günstiger der Zins.

Für umfassende Klimaschutzmaßnahmen ("Maßnahmenpakete") an Gebäuden, die vor 1979 errichtet wurden, steht das aus Bundesmitteln verbilligte KfW-CO2-Gebäudesanierungsprogramm zur Verfügung. Es betrifft Investitionen, die neben den Fenstern auch die Fassade oder das Dach wie auch die Lüftung als Gesamtpaket mit einbeziehen.

Zu den STANDARD-Maßnahmen gehören u.a. Fenstererneuerung, Sanitärinstallation, Fußböden und Heizungen. ÖKO-PLUS-Maßnahmen sind die Dämmung der Außenwände, des Daches und der Kellerdecke sowie die Erneuerung der Heizung auf Basis erneuerbarer Energien. Die Variante MIX gilt für Investitionen, deren Kreditanteil von ÖKO-PLUS-Maßnahmen zwischen 1/3 und 2/3 beträgt. Der maximale Kreditbetrag ist 100 000 Euro je Wohneinheit.

Ökologisch Bauen

In diesem Programm werden energetisch hochwertige Neubauten gefördert. Hierunter fallen vor allem **Passivhäuser** und alle damit verbundenen Investitionen.

Produktverantwortung



Der Kunde muss Vertrauen zu den Häusern des Zimmererhandwerks haben. Deshalb umfasst die Produktverantwortung mehr als nur die reine Herstellung. Der Kunde muss mit dem neuen oder modernisierten Haus auch sorgenfrei leben können. Er will sich darin wohlfühlen und es möglichst lange problemlos nutzen.

Bereits in der Planung und Entwicklung werden alle wichtigen **Umweltauswirkungen** eines Produktes festgelegt:

- **Gestaltung**
- mögliche **Schadstoffausgasungen**
- **raumklimatische** Auswirkungen
- **Anpassungsfähigkeit** der Produkte an geänderte Nutzerwünsche
- **Reparaturfähigkeit**
- **Verwertung**

Die Produkte des Zimmererhandwerks können diese Anforderungen sehr gut erfüllen, wenn sie fachgerecht eingesetzt und montiert werden. Als Fachmann ist der Zimmerer gehalten, den **Kunden** umfassend über die **möglichen Auswirkungen** der von ihm verarbeiteten Materialien und Techniken zu **informieren**.

Grundsätzliches zur Produktverantwortung kann unter Rechtsgrundlagen > Produktverantwortung nachgelesen werden.

Gesundes Wohnen

Gesundheit ist der am häufigsten geäußerte Wunsch der Menschen. Wellness und gesundes Wohnen sind wesentliche gesellschaftliche Trends. Die Kunden erwarten über die Produkte des Zimmerers ausreichend Informationen und Sicherheit.

Die WHO definiert Gesundheit als einen **"Zustand vollständigen körperlichen, geistig-seelischen und sozialen Wohlbefindens und nicht nur der Abwesenheit von Krankheit und Gebrechen"** (Quelle: Gründungserklärung der WHO vom 22. Juni 1946)

Die Verbreitung von Allergien hat in den letzten Jahren deutlich zugenommen. Das belegen Studien aus vielen Ländern. Ein Grund dafür ist sicherlich die immer größer werdende Materialvielfalt aus neu entwickelten Stoffen oder Zusammensetzungen. Hinzu kommt, dass die meisten Menschen 90% ihrer Zeit in Innenräumen verbringen. Es ist messtechnisch bewiesen, dass in **Innenräumen größere Schadstoffkonzentrationen auftreten können als draußen**. Es werden immer mehr Chemikalien verwendet, die Gebäudehüllen werden immer dichter und der Luftaustausch entsprechend eingeschränkt.

Tabelle: Konzentration an Lösemitteln in der Luft

Bereich	TVOC in µg/m³
Außenluft	10 - 40
Wohnungen	50 - 400
Büros	50 - 1.300
Schulen	50 - 300

Quelle: Wohngesundheit, Informationsdienst Holz, 1998, S. 11

Zudem wird vermehrt über Beschwerden berichtet, die mit Umwelteinflüssen und Chemikalien in Innenräumen in Verbindung gebracht werden. Diese Krankheiten treten vermehrt in "frisch" renovierten und neuen Gebäuden auf. Sie haben verschiedene Namen, deren Krankheitsbilder sich überschneiden. Hierzu gehören z.B. das SBS (Sick-Building-Syndrom).

Mit dem Ziel, die Arbeitnehmer zu schützen, sind im gewerblichen Bereich Grenzwerte vorgegeben - z.B. durch die Arbeitsplatzgrenzwerte (früher MAK-Werte). Allerdings liegen für Büro- und **Wohnräume nur sehr wenige derartige Grenzwerte** vor. Eine Übertragung der Arbeitsplatzgrenzwerte auf den Wohnbereich ist nicht möglich, da sich die Menschen dort länger als acht Stunden aufhalten und auch Säuglinge und alte Menschen betroffen sind. Für einige Stoffe wurden Richtwerte vom Bundesgesundheitsamt veröffentlicht.

Tabelle: Richtwerte für Schadstoffe

Stoff	Richtwert I (Sanierungsziel)	Richtwert II (Eingriffswert)
Dichlormethan	0,2 mg/m³	2 mg/m³
Toluol	0,3 mg/m³	3 mg/m³
Pentachlorphenol	0,1 µg/m³	1 µg/m³
Kohlenmonoxid	1,5 mg/m³	15 mg/m³
Stickstoffdioxid	-	60 µg/m³
PCB	300 ng/m³	3000 ng/m³

Quelle: Wohngesundheit, Informationsdienst Holz, 1998, S. 23

Der **Richtwert I** gibt die Konzentration eines Stoffes in der Innenraumluft an, bei der auch bei lebenslanger Exposition keine gesundheitlichen Beeinträchtigungen zu erwarten sind. Der **Richtwert II** ist ein wirkungsbezogener, **toxikologisch** begründeter Wert, bei dessen Überschreiten unverzüglicher Handlungsbedarf besteht.

Darüber hinaus existieren für weitere Stoffe Beurteilungsmaßstäbe aus den unterschiedlichsten Quellen

Tabelle: Empfehlungs-/Richtwerte für Schadstoffe

Stoff	Richtwert	Veröffentlichung
Formaldehyd	0,1 **ppm**	Bundesgesundheitsamt 1977
Per	0,1 mg/m³	2. Bundesimmissionsschutzverordnung
Radon	250 Bq/m³	Strahlenschutzkommission
Kohlendioxid	0,15 %	DIN 1946

Quelle: Wohngesundheit, Informationsdienst Holz, 1998, S. 24

Schätzungen zufolge betragen die volkswirtschaftlichen Verluste durch gebäudebedingte Erkrankungen (Arbeitsausfälle, schlechte Motivation, Krankenkassenkosten, Eigenanteile usw.) Milliarden Euro. Es besteht also erheblicher **Handlungsbedarf** in Bezug auf die Herstellung und Gestaltung gesunder Innenräume. Hier kann der Zimmerer dem Kunden kompetente Beratung in allen Wohnlagen vermittelt. Dabei sind schadstoffarme oder besser noch schadstofffreie Produkte ein sehr verkaufsförderndes Argument. Allerdings muss sich der Zimmerer dann auch mit der Chemie der Materialien sowie mit ihrer Verarbeitung und möglichen Auslösern für Innenraumbelastungen befassen.

Bei der Ermittlung der Innenraumbelastung muss grundsätzlich festgestellt werden, um welche Stoffe es sich im Einzelnen handelt und welche Produkte hauptsächlich dafür verantwortlich sind. **Ohne eine**

korrekte Ursachenzuordnung muss jede Sanierung ins Leere laufen. Dafür sollten anerkannte Prüfinstitute herangezogen werden.

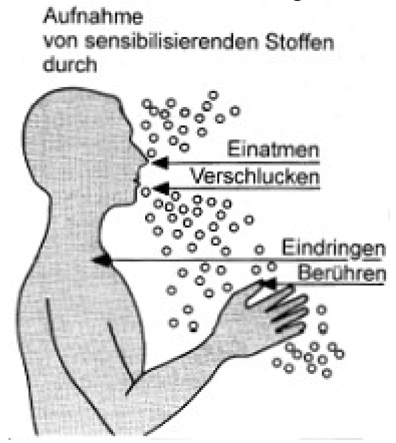
Ob eine Sanierung von schadstoffbelasteten Innenräumen erforderlich ist, kann durch den **Messdienst** der Krankenkassen festgestellt werden. Dieser wird verordnet, wenn ein **Umweltmediziner** einen Zusammenhang zwischen den gesundheitlichen Beschwerden des Patienten und seinem Wohnumfeld für wahrscheinlich hält. Der Umweltmediziner ist der Facharzt für umweltbedingte Krankheiten, an den der Patient durch den Hausarzt überwiesen wird. Der Messdienst erfasst alle relevanten Innenschadstoffe und kann eine wichtige Hilfe bei der Ursachenbeseitigung der gesundheitlichen Beschwerden sein.

Allergien

Merkmale

Bei Allergien überreagiert das Immunsystem des Körpers auf vergleichsweise harmlose Stoffe, so genannte Allergene. Zunächst findet bei einem Erstkontakt eine Sensibilisierung statt, sodass das Immunsystem bei Folgekontakten mit dem Allergen überschießt. Bei Innenraumallergien werden die Allergene entweder eingeatmet (Inhalationsallergene) oder sie gelangen durch Kontakt mit der Haut in den Körper (Kontaktallergene). Ungefähr jeder vierte Bundesbürger klagt über solch eine Sensibilisierung seines Körpers.

Bild: Aufnahme der Allergene im Körper



Quelle: Fredersdorf-Crome, Einsatz allergieauslösender Stoffe im Innenausbau, S. 28

Quellen

Als Ursachen für allergische Erkrankungen kommen vor allem in Betracht

- Pollen von Gräser und Blüten aus der Außenluft
- spezielle Inhaltsstoffe in Nahrungsmitteln (Konservierungsstoffe, Nussbestandteile...)
- Haustaubmilben in Wohnungseinrichtungen
- Schimmelbildung im Wohnumfeld

Bild: Haustaubmilben





Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH/Lemgo

Die Hausstaubmilbe kann sich in allen Stoffen und organischen Materialien einnisten. Der von ihr abgegebene Kot ist ursächlich als Allergen wirksam.

Raumgrenzwert

Allergien treten bei Menschen mit einer Übersensibilität für das betreffende Allergen auf. Hier gibt es keine Dosis-Wirkung-Beziehung. Der Grad der Sensibilisierung des Betroffenen bestimmt den "Raumgrenzwert". Schon bei minimalen Vorkommen kann eine allergische Reaktion eintreten. Da man sich den Allergenen nicht vollständig entziehen kann gibt es nur ein allgemeines Minimierungsgebot.

Krankheitssymptome

Folgende Krankheitsmerkmale werden häufig mit Allergien in Verbindung gebracht:

- Asthma, Husten
- Nasenschleimhautentzündung, Heuschnupfen
- Kontaktekzeme, Juckreiz, Neurodermitis
- Lungenentzündung
- Magen-Darm-Erkrankungen
- Hautschwellungen

Messmöglichkeiten

Hausstaubmilben können mit Hilfe eines in Apotheken erhältlichen Tests von Laien nachgewiesen werden. Als Beispiel sei der ACAREX-Test genannt, der die Hausstaubmilbenbelastung von Wohntextilien über die Untersuchung des Hausstaubs anzeigen soll. Allergiker sollten diesen Test nicht selber machen, weil es nach Aussage der Herstellerfirma bei der Testvorbereitung u.a. durch Aufwirbeln von Staubpartikeln kurzzeitig zu einer erhöhten Allergenbelastung kommen könne.

Bild: Messröhrchen für Hausstaubmilben



Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH/Lemgo

Solche Messröhrchen können in Apotheken zum Preis von ca. 15 Euro bezogen werden. Sie bieten aber lediglich eine Orientierung darüber, ob die Belastung erhöht ist. Allergisch sensibilisierte Menschen können bereits auf minimale Konzentrationen reagieren.

Vorbeugung

Zur Vorbeugung der Belastung von Pollen in Innenräumen können Fenster und Belüftungssysteme mit entsprechenden Pollenfiltern ausgestattet werden. Dies ist allerdings in vielen Räumen nur bedingt möglich. Der offene Luftaustausch zwischen Innen- und Außenluft kann nur sehr begrenzt kontrolliert werden.

Da die Hausstauballergie von der Menge der Milben-Exkremente abhängt, muss die Anzahl der unerwünschten Milben so gering wie möglich gehalten werden. Milben benötigen eine relative Luftfeuchtigkeit von über 50%. Sie ernähren sich von Hautschuppen, Mikroorganismen, Tierschuppen und abgestorbenen Insektenteilchen. Der optimale Temperaturbereich für Milben liegt bei 20 – 25 °C, also in der Temperaturspanne, die üblicherweise in Wohnungen vorzufinden ist. Die meisten Milben befinden sich im Bett, in gepolsterten Sitzmöbeln oder Wollteppichen. Der Betroffene merkt die Belastung zum Beispiel beim Betten-Aufschütteln oder beim Staubsaugen. Folgende Maßnahmen können zur Minimierung der Belastung beitragen:

- Wirkungsvoll sind im Schlafbereich So genannte **Überzüge**, mit denen die Matratzen vollständig eingehüllt werden. Diese Matratzenhüllen sind aus einem milbendichten, aber feuchtigkeitsdurchlässigen Material hergestellt. Mittlerweile tragen die Krankenkassen anteilig die Kosten dafür.
- Die **Reduzierung der Innenraumfeuchte** ist ein großer Faktor bei der Bekämpfung der Milben. Das kann durch gezieltes Lüften erreicht werden.
- Die Hausstaubmilben sind temperaturempfindlich. Allerdings müssen Decken oder Kissen **mehr als eine Stunde bei 60 °C** gewaschen werden, um die Milben wirkungsvoll abzutöten.
- Für die Einrichtung gilt es, **leicht zu reinigende Oberflächen** zu schaffen, um Staubablagerungen zu vermeiden. Holzfußböden sind leichter zu reinigen und staubarm zu halten als Teppichböden. Vorhangstoffe aus glatten Stoffen und Polstermöbel mit Lederbezügen sind ebenfalls vorteilhaft.
- Ein gut gefilterter **Staubsauger** kann dazu beitragen, Staubablagerungen ohne das Aufwirbeln von Staub zu erfassen. Dabei sollte der Staubsaugerbeutel häufiger gewechselt und der Filter öfters gereinigt werden. Wasserstaubsauger sind nicht geeignet! Sie erhöhen die Raumfeuchte und begünstigen die Lebensbedingungen der Milben.
- Allergisch sensible Menschen reagieren auch häufig auf **Tierhaare** als Allergene. Tiere begünstigen zudem das Vorkommen von Hausstaubmilben. Insofern sollte der Tierkontakt in Innenräumen minimiert werden.

Formaldehyd

Merkmale

Die Merkmale von Formaldehyd können wie folgt beschrieben werden:

- giftig
- farblos
- stechender Geruch
- zersetzt sich unter Einwirkung des Sonnenlichtes (dieser Abbaumechanismus fehlt in Innenräumen)

Quellen

Formaldehyd ist ein überall verbreiteter Stoff. Ab einer Konzentration von 0,07 – 0,11 mg Formaldehyd pro Kubikmeter Luft (entspricht 0,06 – 0,09 ppm) ist der typische, stechende Geruch von Formaldehyd wahrzunehmen. Es kann im Wohnbereich aus folgenden Quellen stammen:

- Spanplatten
- Tabakrauch
- Farben
- Lacke
- Desinfektionsmittel, Haushaltschemikalien
- Kosmetika
- Klebstoff
- Montageschaum
- Leder
- Textilien
- Tapeten
- Teppiche

Auch Tabakrauch gibt Formaldehyd ab. Beim **Rauchen einer Zigarette entstehen 1,5 mg Formaldehyd**. Der Raumgrenzwert von 0,1 **ppm** kann schon durch das Rauchen von 6 Zigaretten in einem 30 m² großen Raum durchschnittlicher Höhe erreicht werden.

Raumgrenzwert

In der **Chemikalienverbotsverordnung** ist ein **Grenzwert für Formaldehyd von 0,1 ppm** festgelegt. Im Zweifelsfall muss **der Hersteller nachweisen, dass dieser Grenzwert durch seine Produkte nicht überschritten wird.** Ansonsten kann er im Rahmen der Produkthaftung schadensersatzpflichtig werden!

Krankheitssymptome

- Reizung der Augen, Nase und oberen Atemwege
- Kopfschmerzen
- Übelkeit
- Kreislaufbeschwerden
- Nervosität
- kann Allergien auslösen (Kontaktallergie bei Berührung einer wässrigen Formaldehydlösung)
- Beim Verschlucken von 10 – 30 g einer 30%igen Lösung kann bei Erwachsenen der Tod eintreten
- Verdacht auf krebserzeugende Wirkung. Hintergrund für die Einstufung sind Tierversuche an Ratten, welche Krebswucherungen bei intensiver Begasung mit Formaldehyd aufwiesen.

Messmöglichkeiten

Möbel, Tische und vergleichbare Einrichtungsgegenstände werden in einer Prüfkammer auf ihre Formaldehydemission geprüft.

Bild: Prüflabor der Landesgewerbeanstalt Bayern



Quelle: Deutsche Gütegemeinschaft Möbel, Gesund Wohnen, S. 13

Bei **Messungen vor Ort** müssen genau definierte Messbedingungen eingehalten werden, die von einfachen Prüfeinrichtungen nicht gewährleistet werden können! Im Streitfall ist hier ein kompetentes Messlabor hinzuzuziehen. Für eine **orientierende Messung** können einfache Prüfröhrchen aus der Apotheke eingesetzt werden (Kosten ca. 21 Euro). Sie zeigen an, ob der Formaldehydgehalt in der Luft in einem kritischen Bereich liegt.

Bild: Messröhrchen



Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH/Lemgo

Vorbeugung

Spanplatten haben die größte Emissionsdauer von Formaldehyd, es kann noch nach mehreren Jahren austreten. Formaldehydhaltige Spanplatten für den Einsatz im Wohnbereich dürfen deshalb nur in der **Emissionsklasse 1 (E1)** angeboten werden. Ob damit der gesetzliche Grenzwert der Chemikalienverbotsverordnung eingehalten werden kann, hängt wesentlich von der Beladung des Raumes statt. Darunter wird das Verhältnis von Holzwerkstoffplatten zum Raumvolumen verstanden. Je höher die Beladung, desto eher kann es vorkommen, dass auch bei Plattenwerkstoffe der Emissionsklasse E1 der Grenzwert von 0,1 ppm überschritten wird.

Der eingesetzte **Klebstoff** in den Spanplatten ist der **entscheidende Faktor**, wenn es um die Formaldehydabgabe geht. Aus den überwiegend verwendeten Harnstoffharzen entweicht relativ leicht Formaldehyd. Es gibt mittlerweile jedoch auch andere Harze, die das Formaldehyd besser einbinden oder es gar nicht für das Verkleben benötigen. Diese Holzwerkstoffe sind mit dem **Umweltzeichen „Blauer Engel“** versehen und gewährleisten einen Formaldehydemissionswert von 0,05 **ppm**, also

die Hälfte der gesetzlichen Vorgabe. Da Formaldehyd auch im naturbelassenen Holz vorhanden ist, kann es keine formaldehydfreien Spanplatten geben.

Gerade im **Fertighausbereich** haben sich die Hersteller dazu entschlossen, nur noch Plattenwerkstoffe einzusetzen, die die Vorgaben für den "Blauen Engel" noch deutlich unterschreiten. Damit wird ein Niveau erreicht, das dem Ausgasungsverhalten von Massivholz entspricht und Gesundheitsrisiken weitestgehend vermeidet.

Auch andere Plattenwerkstoffe können zur Formaldehydanreicherung im Raum beitragen. **Tischler- und Furnierplatten** müssen deshalb genauso die Forderung nach einer E1-Emissionsklasse erfüllen wie Spanplatten. Besonders formaldehydarme Tischler- oder Furnierplatten werden bislang noch nicht mit dem "Blauen Engel" ausgewiesen. Im Einzelfall sollte der Betrieb entsprechende Datenblätter vom Hersteller seiner Plattenwerkstoffe anfragen.

Sanierung

Am besten lässt sich die Innenraumbelastung durch Beseitigung der Quelle beheben, d.h. das Möbelstück, der Teppich oder dergleichen muss entfernt werden. In Fertighäusern der 70er Jahre wurden große Mengen an Spanplatten eingesetzt. Hier sind also alle raumumschließenden Flächen mögliche Formaldehydquellen.

Daneben kann durch eine **Beschichtung das Ausgasen von Formaldehyd aus den Plattenwerkstoffen stark reduziert** werden:

- Anstrich mit **Dispersionsfarben**
- Beschichtung mit einem Zweikomponenten-**Polyurethanlack**
- Beschichtung mit **Alkydharzlack**

Diese Lackschichten sind ausreichend dampfdicht, um das leichtflüchtige Formaldehydgas nicht in den Raum treten zu lassen.

Durch das Anbringen von speziellen **gasdichten Aluminiumfolien** auf allen Flächen kann das Formaldehyd über lange Zeit zum Raum hin abgesperrt werden. Alle Stöße, Anschlüsse und Durchdringungen müssen dabei sorgfältig mit gasdichtem Klebeband abgeklebt werden, Beschädigungen der Folie sind zu vermeiden. Aus raumklimatischen Gründen sollte diese gasdichte Ebene mit einer neuen Oberfläche versehen werden, die überschüssige Luftfeuchtigkeit aufnehmen und wieder abgeben kann. Optimal hierfür geeignet sind Naturfaser- oder Lehmputze.

Eine andere Möglichkeit besteht darin, den aus den Spanplatten austretenden Schadstoff in einer auf alle Flächen aufgeklebten **Aktivkohletapete** zu binden. Dieses Verfahren, das Formaldehyd und andere Schadstoffe dauerhaft absorbiert, gewährleistet einen diffusionsoffenen Wandaufbau.



Bild: Flächige Abdichtung gegen Formaldehydausgasungen



Quelle: Chance Energie- und Umweltmarkt, Sanierung von Innenraumschadstoffen, HW-Düsseldorf, 1/2004

Gute Erfahrungen wurden auch mit dem Anbringen eines speziellen **Schafwollvlieses** hinter einer raumseitigen Beplankung gemacht. An der Oberfläche der Wollfasern wird Formaldehyd chemisch gebunden und in unschädliche Substanzen umgewandelt. Im Kontakt mit der Raumluft (z.B. auf abgehängten Decken in Wandhalterungen) kann dieses Schafwollprodukt Formaldehyd aus Innenräumen beseitigen.

Bild: Die Verfahren im Vergleich

Eigenschaften	Modifizierte Schafwolle	Aktivkohle tapete	Aluminium folie
Geeignet zur nierung von:	z.B. PCP, Formaldehyd	z.B. PCB, PCP	prinzipiell alle Sa-Schadstoffe
Feuchtigkeits-verhalten:	diffusions-offen	diffusion-offen	diffusions-dicht
Verarbeitung:	einfach	einfach	aufwändig (gasdicht!)
Erfahrung:	relativ kurz	mittel	relativ lang

Quelle: Chance Energie- und Umweltmarkt, Sanierung von Innenraumschadstoffen, HW-Düsseldorf, 1/2004

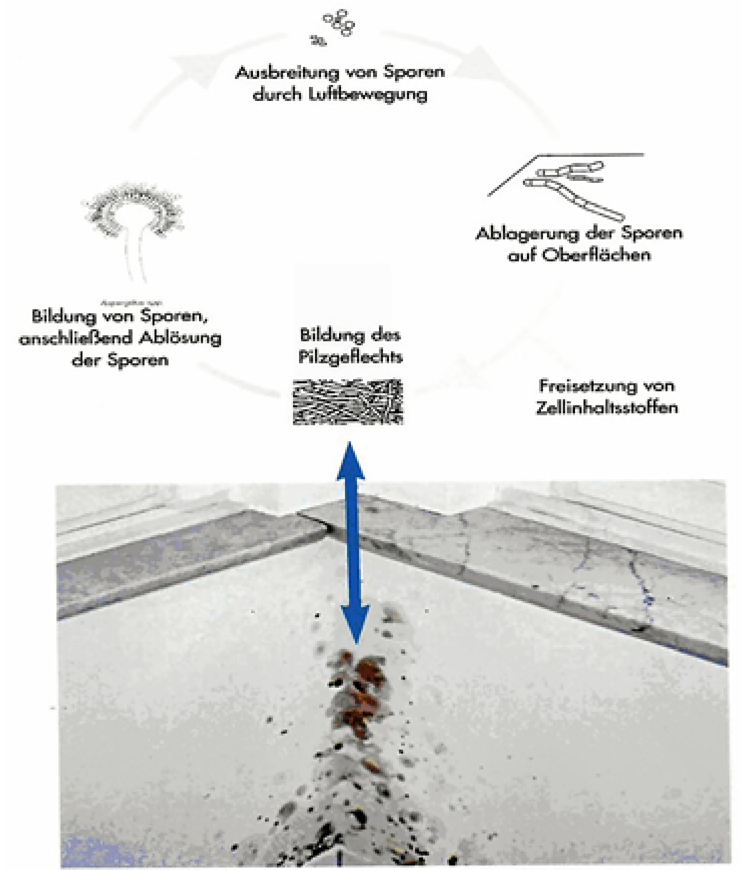
Schimmel

Merkmale

Optisch sind Schimmelbelastungen an ihrer grünlich-schwarzen Farbe gut erkennbar. Oftmals entwickeln sie sich aber im Verborgenen. Ein modriger, muffiger Geruch weist auf das Problem hin. Die Sporen sind 1 - 100 µm groß, also mikroskopisch klein und mit bloßem Auge nicht zu erkennen. Damit sich neue Pilze entwickeln können brauchen die Sporen einen kohlenstoffhaltigen Untergrund und eine Mindestmenge an Feuchtigkeit.

Die Eigenschaft von Schimmelpilzen ist es z.B. auf Lebensmitteln oder anderen organischen Substraten (Staub, Tapeten u.a.) ein watteartiges Myzel, den Schimmel, zu bilden. Die meisten Schimmelpilze sind Nahrungsmittelverderber. Damit erfüllen sie wichtige Aufgaben zur Verrottung der organischen Materialien.

Bild: Vorkommen der Schimmelpilze



Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH/Lemgo

Quellen

Schimmelpilze benötigen zum Wachstum

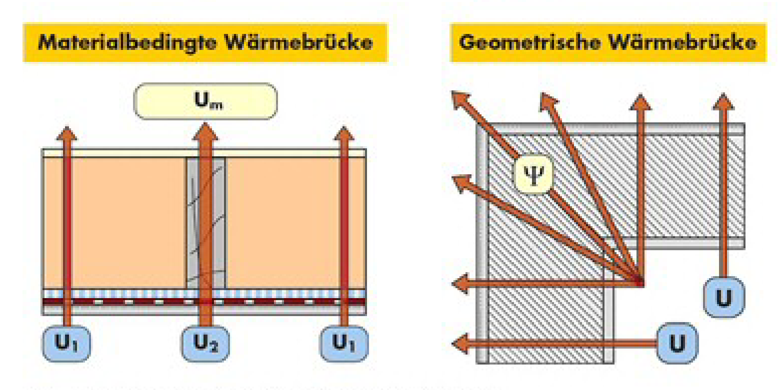
1. **Temperaturen** zwischen 0 - 50 °C
2. **Luftfeuchtigkeit** von wenigstens 80%
3. **Nährboden**

Der Temperaturbereich ist relativ weit, aber unter 0 °C können Schimmelpilze nicht wachsen. Ihr optimaler Temperaturbereich liegt zwischen 25 - 35 °C.

Überall dort im Raum, wo eine Luftfeuchtigkeit von mehr als 80% erreicht wird, können sich Schimmelpilze bilden. Die Feuchtigkeit kann viele Ursachen haben:

- **Wassereindringung** von außen
  - mangelhafte Schlagregendichtheit
  - mangelhafte Dachisolierung
- Aufsteigende **Bodenfeuchtigkeit**
  - Sperrschicht gegen Feuchtigkeit aus dem Erdreich nicht dicht
- **Wasser von innen**
  - undichte Rohrleitungen
  - fehlende Abdichtungsmaßnahmen in Küche oder Bad
- Unzureichende **Wärmedämmung** von Außenbauteilen und Wänden
- **Undichtigkeiten** und Schäden in der Gebäudehülle
- **Wärmebrücken**
  - geometrische (Fensterleibungen und Außenecken)
  - materialbedingte (unterschiedliches Wärmeverhalten über den Querschnitt)
- **zu nasses Bauholz** mit einer Holzfeuchte von mehr als 28 %.

Bild: Wärmebrückentypen



Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH/Lemgo

Bild: Typische Wärmebrücken im Haus

Wärmebrücke über nicht, oder unzureichend gedämmten Fenstersturz

Wärmebrücke über, nach außen durchgehende Geschossdecken

"Geometrische" Wärmebrücke Außenwandecke

Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH/Lemgo

- **Aktivitäten** der Bewohner bestimmt.
  Zur Abschätzung der Feuchteabgabe dienen die in Tabelle aufgeführten Werte:

Tabelle: Feuchteabgabe und Aktivität

Aktivität	Feuchteabgabe
leichte Aktivität	30 - 60 g/h
mittelschwere Arbeit	120 - 200 g/h
schwere Arbeit	200 - 300 g/h
Wannenbad	700 g/h
Duschen	2600 g/h
Kochen	600 - 1500 g/h
im Tagesmittel	100 g/h
Zimmerblumen (Veilchen)	5 - 10 g/h
Farn	7 - 15 g/h
Mittlerer Gummibaum	10 - 20 g/h
Wasserpflanzen	6 - 8 g/h
Jungbäume (2 - 3 m)	2000 - 4000 g/h
geschleuderte Wäsche	50 - 200 g/h
tropfnasse Wäsche	100 - 500 g/h

Quelle: Wohngesundheit, Arbeitsgemeinschaft Holz, 1998, S. 14

Als drittes benötigen Schimmelpilze für ihr Wachstum einen geeigneten **Nährboden**. Dafür reichen schon geringe organische Zusätze in Baustoffen (z.B. in Putzmörteln oder Beschichtungen) aus. Selbst Verunreinigungen durch Staub, Fingerabdrücke und Luftverschmutzungen aus der Küche, vom Bad usw. genügen, um auf jedem Untergrund eine ausreichende Nährstoffschicht zu bilden. Der **optimale Wachstumsbereich** liegt bei einem pH-Wert zwischen 5 und 7, also **im leicht sauren Bereich**. Tapeten weisen typischerweise einen pH-Wert zwischen 5 (Raufasertapete) und 8 (Kunstharz-Dispersionsanstrich) auf. Kalkhaltige Mörtel haben pH-Werte von mehr als 12. In einer basischen Umgebung wird das Wachstum von Schimmelpilzen deutlich erschwert.

Raumgrenzwert

Zurzeit gibt es weder in Deutschland noch auf internationaler Ebene gültige und rechtsverbindliche Grenzwerte für Schimmelpilzbildung im Innenraum. Das liegt daran, dass der medizinische Kenntnisstand heute noch sehr begrenz ist und insbesondere an fehlenden Daten über die Dosis-Wirkbeziehungen. Dennoch sind Pilze zweifelsfrei als **potenzielle Krankheitserreger** einzustufen, auch wenn medizinische Detailkenntnisse noch fehlen.

Schimmelpilze führen unabhängig von ihrer Menge immer zu einer Belastung der Wohnsituation. Es geht deshalb vorrangig darum, die Schimmelpilze zu entdecken und deren Ursache zu beseitigen.

Krankheitssymptome

Schimmelpilze sind zwangsläufig in unserer Umgebung. Der Mensch ist seit jeher in Kontakt mit ihnen. Für **gesunde Menschen ergeben sich aus dem Vorhandensein von Schimmel keine besonderen gesundheitlichen Risiken**. **Allergische Reaktionen** auf Schimmelpilze wie Bronchialasthma,

allergischer Schnupfen oder Bindehautentzündung sind bereits bei relativ geringen Belastungen möglich. Einige Arten der Schimmelpilze (z.B. Aspergillus flavus) scheiden hochgiftige Stoffwechselprodukte (Mykotoxine) aus, So genannte chemische "Kampfstoffe" um sich gegen Bakterien durchzusetzen. Insbesondere von diesen Schimmeltypen gehen besondere gesundheitliche Gefahren für die Bewohner aus. Diese so genannten Aflatoxine können im Extremfall auch Krebs auslösen.

Messmöglichkeiten

Die **Messung der Luftfeuchtigkeit** ist ein vergleichbar einfaches Verfahren, um das Risiko für erhöhte Schimmelpilzbildung messen zu können. Häufig wird zwar der Schimmelgeruch wahrgenommen, aber die Quelle ist nicht erkennbar. Um überhaupt zu entscheiden, ob diese Merkmale auf eine Schimmelbelastung zurückzuführen ist, kann eine **orientierende Messung** mit einem Probenaufsatz auf einem Staubsauger vorgenommen werden. Die Kosten für eine solche Probennahme liegen bei ca. 75 Euro.

Bild: Messaufsatz für Schimmelpilzbelastung



Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH/Lemgo

Speziell **trainierte Hunde** können mit ihrer feinen Nase oft besser die Quelle der Schimmelbelastung ermitteln, wenn diese hinter der Wand oder im Boden zu suchen ist.

Vorbeugung

Die wesentliche Vorbeugung gegen eine zu hohe Schimmelbelastung besteht naturgemäß darin, die **Feuchtigkeit in den Wohnräumen nicht dauerhaft über 80% ansteigen** zu lassen. Dies wird durch eine systematische Lüftung oder Lüftungsanlage oder durch eine Erhöhung der Oberflächentemperaturen an den Innenflächen der Außenwände vermieden. Die Vorgaben der DIN 4108 fordern, dass die **Oberflächentemperatur** bezogen auf die Außentemperatur von -10 °C max. 30% unter der Raumtemperatur liegen darf. Um ein Schimmelwachstum an den Innenflächen der Außenwände zu vermeiden sollte die Temperatur daher bei **mindestens 12,5 °C** liegen.

Wie die folgende Übersicht verdeutlicht führen bereits Schränke und Vorhänge zu einer deutlichen Temperaturabsenkung:

Tabelle: Oberflächentemperaturen in Abhängigkeit von der Möblierung

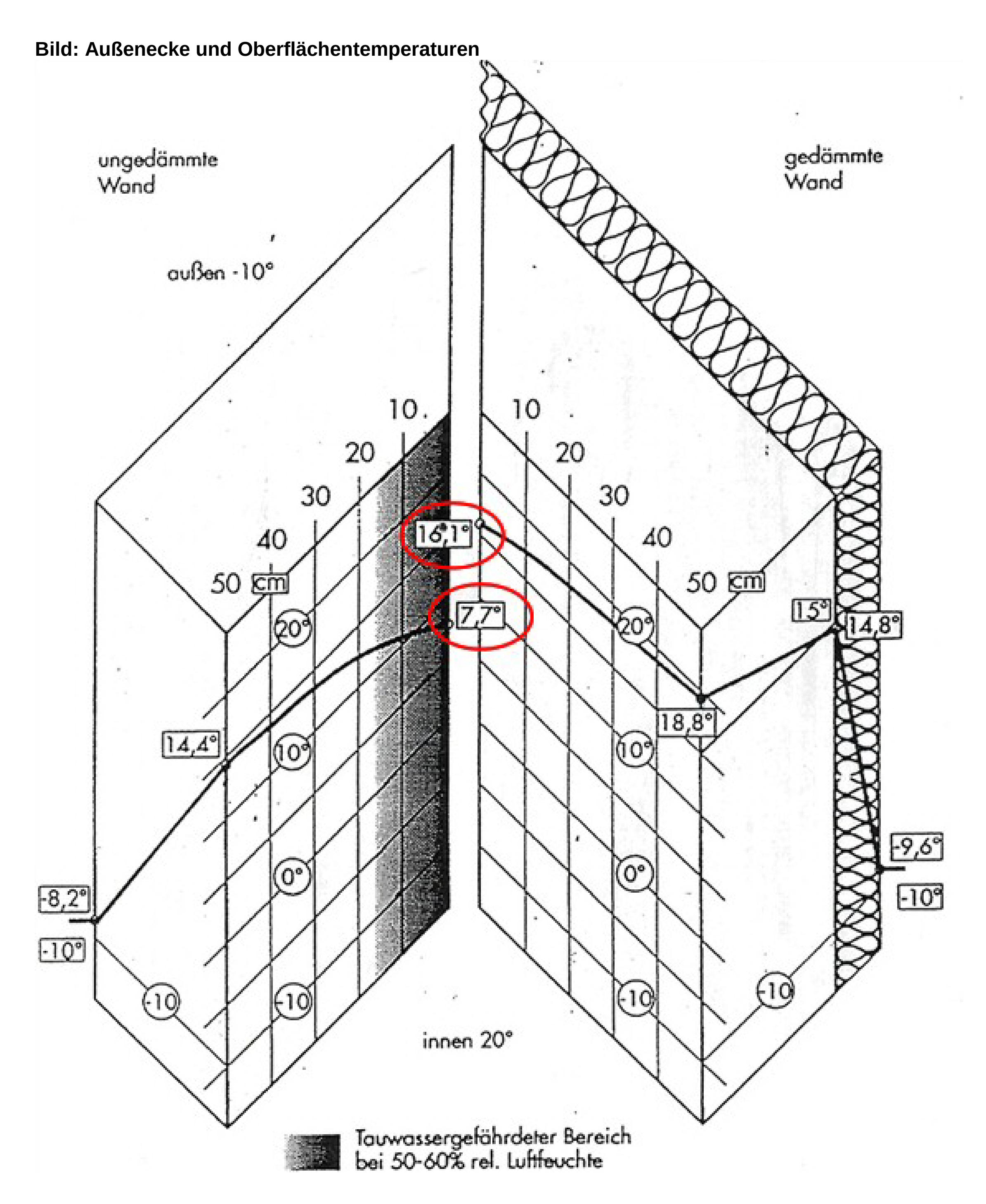
Konstruktion	Oberflächentemperaturen Innen in °C bei einer Außentemperatur von –5 °C und folgender Möblierung			
U = 0,50 W/m²K	Wand mit Einbauschrank	Wand mit freistehendem Schrank	Wand mit Vorhängen	ungestörte Wand
ungestörte Wand	10,7	14,1	16,6	17,2
Mauerecke (zweidimensionale Ecke)	8,5	12,2	15,0	15,7
Mauerecke mit Flachdach (dreidimensionale Ecke)	6,3	10,0	13,1	13,9
Mauerecke mit Attika	4,5	8,2	11,4	12,3

Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH/Lemgo

Daraus kann abgeleitet werden, dass **Einbauschränke unbedingt eine Hinterlüftung benötigen**, um die sich dort sammelnde Luftfeuchtigkeit abzutransportieren!

Auch in **Außenecken** können die Temperaturen deutlich absinken. Sie benötigen deshalb eine ausreichende Wärmedämmung, um die Oberflächentemperatur ausreichend hoch zu halten.

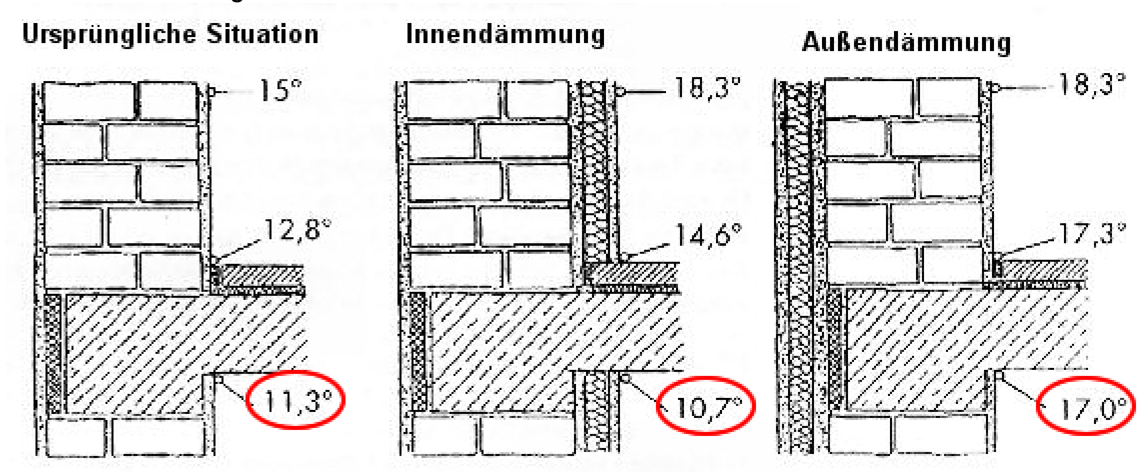
Bild: Außenecke und Oberflächentemperaturen



Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH/Lemgo

Prinzipiell ist eine Außendämmung unproblematischer als eine entsprechende **Innendämmung**. Bei einer Innendämmung werden in den meisten Fällen nur die Bauteile gedämmt, die direkt von der Außenluft berührt werden, z.B. Außenwände und Dachflächen. Andere durchgehende Bauteile wie Betondecken, Balken oder massive Innenwände werden häufig vergessen. So werden diese nicht gedämmten Bauteile zu den kältesten Stellen mit Temperaturen, die den Taupunkt unterschreiten können. An diesen so genannten Wärmebrücken besteht dann die Gefahr der Schimmelpilzbildung. Deshalb sollte eine Innendämmung **max. bis 80 mm** stark sein. Dabei sind vor allem **die Flanken zu beachten** und zusätzlich zu dämmen.

Bild: Innendämmung



Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH/Lemgo

Außerdem spielt das **Feuchtespeichervermögen der verwendeten Werkstoffe** eine wichtige Rolle. Im **diffusionsoffenen** Holzbau mit Naturfaserdämmstoffen kann z.B. die Zellulose 16% Feuchte aufnehmen, ohne dass die Dämmwirkung beeinträchtigt wird. Bei 50 kg Raumgewicht sind dies immerhin 8 kg. Im Gegensatz dazu beträgt die Feuchteaufnahme bei Mineralfasern weniger als 1%. **Organische Materialien können Feuchtespitzen bis zu einem gewissen Grad "puffern" und vermeiden erhöhte Feuchtigkeit im Bauwerk**.

Des Weiteren können folgende Hinweise zur Vorbeugung gegen Schimmelpilze bei Hölzern und Holzwerkstoffen gegeben werden:

Holzwerkstoffe im Außenbereich

- Als besonders anfällig für Schimmelbefall gelten Holzwerkstoffe aus den Holzarten Seekiefer und Birke.
- Holzwerkstoffe aus Schälfurnieren sollten eine deckende Oberflächenbeschichtung mit einem s_D-Wert von mehr als 1 m erhalten.
- Spanplatten und OSB-Platten sind im direkten Außenbereich nicht geeignet.
- Dreilagige Mehrschichtplatten, die auf der Sichtseite ausschließlich mit Kernholz versehen sind, haben sich in der Praxis bewährt.
- Bei Baufurnierholz und Furnierschichtholz sind sämtliche Schnittkanten dauerhaft elastisch zu versiegeln (z. B. Flüssigparaffin, Acryllatex).
- Die Verwendung von Holzwerkstoffen der Klasse 100 G stellte keinen Schutz vor Schimmelpilzbefall dar! Die dort verwendeten Schutzmittel sind nur gegen holzzerstörende Pilze wirksam.

Holz im Außenbereich

- Kernholz ist in der Regel nicht anfällig für Schimmelpilze.
- Vollholzschalungen sollten eine möglichst glatte Oberfläche aufweisen.

Oberflächenbeschichtungen

- Tragende und aussteifende Holzwerkstoffe, die Niederschläge ausgesetzt sind, müssen mit einem dauerhaft wirkenden Wetterschutz versehen werden.
- Holzschutzmittel nach DIN 68800-3 haben in der Regel keine vorbeugende oder bekämpfende Wirkung gegen Schimmelpilze.

- **Fungizide** Anstrichsysteme verdunsten mit der Zeit. sie können einen Schimmelbefall verzögern, aber nicht letztlich verhindern. Darum sind generell Anstrichsysteme gemäß den Herstellerangaben regelmäßig alle 2 - 5 Jahre aufzufrischen.
- Leinölprodukte sind zur Oberflächenbehandlung von Holz und Holzwerkstoffen im Außenbereich nicht geeignet.

Dachüberstände

- Günstig verhält sich eine unterlüftete Deckung mit einer zusätzlichen Dämmung (ca. 2 cm) auf der Schalung.
- Bei direkten Deckungen (z. B. Metall, Schiefer) sind unbehandelte Holzwerkstoffplatten stark Schimmelpilz gefährdet.

Fassaden

- Bei senkrechten Massivholz-Bekleidungen mit einer Oberflächenbeschichtung sind die Hirnholzflächen besonders zu schützen.
- Ein ausreichend großer Dachüberstand sowie Spritzwasservermeidung im Sockelbereich schützen vor starker Witterungsbelastung und übermäßiger Befeuchtung.

Dachräume

- Hölzer dürfen ausschließlich mit einer mittleren Holzfeuchte von höchsten 20 % eingebaut werden.
- In ungedämmten Dachbereichen sind Belüftungsmöglichkeiten insbesondere am First (min. 2 cm/m) vorzusehen. Holzwerkstoffplatten sind hier für das Unterdach nicht empfehlenswert.
- Der luftdichten Ausführung zwischen Wohnraum und nicht bewohntem Dachraum muss unbedingt gewährleistet sein. Weitere Hinweise dazu unter Zimmerer > Produktverantwortung > Gesundes Wohnen > Raumklima
- Innenputz- und Estricharbeiten sollten erst nach vollständiger Dämmung und Luftdichtung der gesamten Dachkonstruktion erfolgen.
- Nur gedämmte mit Dichtprofil versehene Bodentreppen verwenden.

Merkblatt "Schimmelpilze auf Holz und Holzwerkstoffen", 11/2003 (pdf, 32kB)

Sanierung

Grundvoraussetzung für eine Sanierung muss sein, dass die Ursachen, die zum Schimmelpilzwachstum geführt haben, gefunden und beseitigt werden.

Sanierungen bei kleinflächigen Belastungen **von weniger 0,4 m²** können auch ohne besondere gesundheitliche Risiken schnell durchgeführt werden. Vielfach wird fälschlicherweise empfohlen, den Schimmel mit Essigwasser zu beseitigen. Schimmelpilze gedeihen bevorzugt im sauren Milieu, sodass eine Behandlung mit **Essigwasser der falsche Ansatz** wäre. Besser eignet sich für eine Beseitigung einfach **Wasser mit 10 % Brennspiritus oder 5 % Sodalösung**.

Glatte Flächen wie Metall, Keramik oder Glas können so gut gereinigt werden. Bei porösen Materialien wie Tapeten, Gipskarton, Mauerwerk oder Verschalungen gelingt dies nicht! Sie müssen ausgebaut und komplett saniert werden. Gleiches gilt für Polstermöbel und Stühle.

Als Vorsichtsmaßnahmen können genannt werden:

- Schimmelpilze **nicht mit bloßen Händen berühren**, Schutzhandschuhe tragen.
- Schimmelpilze nicht einatmen, **Mundschutz tragen**.
- Nach Beendigung der Sanierung **duschen und Kleidung waschen**.

Bei **größerer Belastungen** unbedingt einen **Fachmann konsultieren**, denn die Gefährdung bei der Sanierung für den Sanierer wird häufig unterschätzt!

Eine **fachgerechte Sanierung** umfasst folgende Punkte:

1. Analyse des Schimmelpilzes
2. Einschätzung der gesundheitlichen Gefährdung des Schimmelpilzes
3. Einleitung der entsprechenden Schutzmaßnahmen
4. Entfernung der schimmelbefallenen Materialien mit entsprechenden Schutzvorkehrungen
5. Feinreinigung der Räume
6. Zweite Analyse (Erfolgskontrolle der Feinreinigung)
7. Analyse der Feuchteursache
8. Sanierung bzw. Behebung der Feuchteursache
9. Trocknung der Bauteile
10. Wiederherstellen der Wohnsituation

Zur Vorbereitung einer solchen Untersuchung kann es hilfreich sein, die Bausituation mit Hilfe einer Checkliste (pdf, 435 KB) zu erfassen.

Holzschutzmittel

Merkmale

Chemische Holzschutzmittel enthalten Inhaltsstoffe, die das Holz vor Insekten und Pilzbefall schützen und seine Brennbarkeit herabsetzen. Es gibt wasserlösliche und lösemittelhaltige Präparate.

- **Wasserlösliche Holzschutzsalze** werden nur im Hochbaubereich in Tränkungsanlagen eingesetzt. Sie enthalten Chrom- und Borsalze.
- **Lösemittelhaltige Mittel** werden zumeist im handwerklichen Ausbau eingesetzt. Sie enthalten Inhaltsstoffe wie **Pentachlorphenol** (PCP), **Polycyclische Aromatische Kohlenwasserstoffe** (PAK), **Chlorthalonil**, **Lindan**, **Dichlofluanid** oder **Pyrethroide**.

Quellen

In den 60er und 70er Jahren wurde im Bau- und Heimwerkerbereich Holzschutz vergleichsweise sorglos betrieben und im erheblichen Umfang **Gefahrstoffe** in die Umwelt und die Wohnräume gebracht. Die Inhaltsstoffe der Holzschutzmittel gefährden einerseits den Zimmerer bei der Verarbeitung von Holzschutzmitteln und andererseits den Endkunden, da die Ausgasung der schädlichen Inhaltsstoffe über mehrere Jahre (in einigen Fällen auch Jahrzehnte) stattfinden kann. Im Innenausbau ergeben sich folgende Belastungsquellen:

Primärbelastungen

- Verkleidungen
- Balken

Das von dem Primärquellen ausgasende Holzschutzmittel reichert sich auch in anderen Einrichtungsgegenständen an, die dann wiederum die Wirkstoffe im Laufe der Zeit ausgasen.

Sekundärquellen

- Tapeten
- Textilien
- Polster

Zudem kommt es zu Belastungen aus fehlerhaften Sanierungsversuchen. Denn Holzschutzmittel sind überall dort sinnvoll, wo die Holzsubstanz durch Pilze und Insekten erheblich gefährdet ist und befallenes Holz saniert werden muss. Dies ist allerdings grundsätzlich Aufgabe des Fachmanns. Die DIN 68 800 Teil 4 gibt hierzu genaue Vorgaben, welche fachlichen Qualifikationen für die Bekämpfung von Holzschäden durch Holzschutzmittel erforderlich sind.

Entscheidend für die Gefährdung der Holzschutzmittel ist deren Fixierung im Holz. Die Inhaltsstoffe sollen im Holz verbleiben und dort das Holz schützen. Wenn die Wirkstoffe in die Umgebung und die Atemluft gelangen, kann die Umwelt belastet und die Gesundheit gefährdet werden.

In den 80er Jahren wurde zunächst der Einsatz von Pentachlorphenol (PCP), einige Jahre später dann auch von Lindan verboten. Gleichwohl ist es nicht auszuschließen, dass im Ausland hergestellte Hölzer solche Holzschutzmittel weiterhin enthalten.

Durch die zunehmende Internationalisierung werden heute verstärkt Hölzer für den Transport mit Holzschutzmitteln behandelt. Häufig weiß dies der Verarbeiter gar nicht. Die Holzschutzmittel werden als **Oberflächenschutz** eingesetzt, um ein Verstocken der Bohlen zu verhindern. Die Eindringtiefe liegt typischerweise bei 1 - 2 mm, sodass in erster Linie der Verarbeiter davon betroffen ist. Um die Belastung einschätzen zu können, sollte man sich von seinem **Lieferant eine genaue Beschreibung** der Behandlung zukommen lassen!

Grenzwerte

In Innenräumen spielen nur lösemittelhaltige Holzschutzmittel eine Rolle. Dabei gibt es einen Richtwert für **Pentachlorphenol (PCP) von 1 µg/m^3**, der mangels anderer Festlegungen zumeist auch orientierend für die anderen Wirkstoffe herangezogen wird. Im Falle einer Sanierung wird der **Zielwert 0,1 µg/m^3** angestrebt, der auch in "unbelasteten" Räumen angetroffen wird.

Krankheitssymptome

Bei organischen Holzschutzmitteln sind folgende **Dosis-Wirkungsbeziehungen** bekannt:

< 0,2 µg/m^3	keine Reizung
0,2 - 3,0 µg/m^3	Reizung, Beeinträchtigung des Wohlbefindens
3,0 - 25 µg/m^3	Kopfschmerzen
> 25 µg/m^3	neurotoxische Wirkung

Im Bezug auf die einzelnen Wirkstoffe sind folgende **Gesundheitsrisiken** bekannt:

PCP	Starkes Breitband-Gift für Mikroorganismen, Pflanzen, Insekten und Fische. PCP wird über den Magen-Darmtrakt, die Atmungsorgane und vor allem über die Haut aufgenommen. Beim Menschen können lang anhaltende Belastungen zu Hauterkrankungen, Leberstörungen und einer Schwächung des Immunsystems führen. Betroffene klagen außerdem über Kopfschmerzen, Müdigkeit und Schlafstörungen. PCP ist Krebs erzeugend.

Lindan	Schon etwa drei Gramm dieses Wirkstoffs reichen aus, um eine Tonne Heuschrecken zu töten. Die Giftigkeit für den Menschen ist umstritten und zum Teil noch unerforscht. Beobachtet werden in erster Linie Schädigungen des Nervensystems.
Chlornaphtaline	In hohen Konzentrationen reizend. Symptome sind tränende Augen, Reizungen der Nasenschleimhaut, Kratzen im Hals, entzündliche Erkrankungen der oberen Atemwege, vereinzelt vorübergehende Störung des Geruchsinns, Kopfschmerzen, Benommenheits- und Taubheitsgefühle. Vor allem bei lang anhaltender Belastung können diese Stoffe eine Chlorakne hervorrufen.
Endosulfan	Hohe akute Giftigkeit, besonders beim Einatmen (Inhalation). Mögliche Auswirkungen einer Endosulfanvergiftung sind Kopfschmerzen, Benommenheit, Desorientierung, Störung der Bewegungskoordination sowie Schäden an Haut, Augen, Atemwegen und Schleimhäuten, Krämpfe, Erbrechen und Durchfall. In Tierversuchen traten als langfristige Folgen bei chronischer Belastung Schädigungen der roten Blutkörperchen, der Nieren und des zentralen Nervensystems auf. Es gibt Verdachtsmomente auf eine fruchtschädigende Wirkung.
Karbolineum	Stark krebserzeugende Wirkung

Messmöglichkeiten

Organische Holzschutzmittel können durch die Auswertung von **Staubanalysen nicht eindeutig** identifiziert werden. Es bedarf der chemischen Analyse von Holzproben, um über das Vorkommen von Holzschutzmitteln und deren Herkunft eine eindeutige Aussage zu machen.

Vorbeugung

In Innenräumen kann heute nach dem Stand der Technik **auf chemische Holzschutzmittel verzichtet** werden. Konstruktive Holzschutzmaßnahmen ermöglichen es, eine Gefährdung des Holzes so weit wie möglich zu vermeiden.

Bei **Fenstern und Außenbauteilen** ist die Gefährdung des Holzes durch tierische oder pflanzliche Schädlinge deutlich höher. Hier werden durch die **Norm DIN 68800-3 Vorgaben** gemacht, in welcher Form ein besonderer Holzschutz erforderlich ist. Nähere Informationen dazu können im Bereich Schreiner > Materialien > Holzschutz nachgelesen werden. Durch konstruktive Maßnahmen und eine geeignete Auswahl des Holzes kann die Gefährdung verringert und der Einsatz von Holzschutzmitteln minimiert werden.

Sanierung

Falls festgestellt wird, dass eine Sanierung erforderlich ist, sollten die betroffenen Verkleidungen und Balkenteile so weit wie möglich entfernt werden. Auch die **Sekundärquellen sind zu entfernen**, denn sie tragen selbst zu einer Belastung des Raumes bei.

Bei Holzteilen, die nicht entfernt werden können, bietet es sich an, sie zu **maskieren**. Damit ist ein Schutzanstrich gemeint, der weitestgehend dampfdicht ist und das Entgasen der Holzschutzmittel in den Raum verhindert. Dieser basiert auf ungefährlichen Stoffen wie Schelllack und Ethanol. Den gleichen Effekt können auch **aluminiumbeschichtete Folien** erzielen, die die betroffenen Holzbalken vollflächig und dicht abdecken müssen.

Der Einsatz von **PUR-Lacken** ist hingegen nicht zu empfehlen. Bei PCP-Belastung kann es durch einen erneuten Anstrich mit lösemittelhaltigen PUR-Lacken zu Aktivierung der PCP-Moleküle kommen, die sich im Lösemittel lösen.

Lösemittel

Merkmale

Als Lösemittel werden außer Wasser vor allem organische Verbindungen verwendet. Organische Lösemittel lösen z.B. Fette, Öle, Wachse, Harze und Kunststoffe.

Lösemittel sorgen für die Streichfähigkeit der Anstrichmittel und verdunsten nach dem Auftragen. Außerdem werden mit Lösemitteln die Beschichtungen auf Verarbeitungsviskosität eingestellt. Hohe Konzentrationen sind erkennbar durch einen stechenden Geruch. Die Siedetemperatur liegt unter 200 °C.

Eingesetzt werden:

- **anorganische Lösemittel**: Wasser
- **organische Lösemittel**: Kohlenwasserstoffe

Organische Lösemittel können aus natürlichen Rohstoffen gewonnen werden (z.B. Terpentinöl) oder chemisch aus Erdölen erzeugt sein (z.B. Nitroverdünnung). Sie gehören zu der Gesamtgruppe der **flüchtigen organischen Verbindungen (VOC)**. Diese belasten die Gesundheit der Verarbeiter und Verbraucher. Zudem fördern sie die **Bildung von Ozon (Sommersmog).**

Quellen

Man unterscheidet vorübergehende VOC-Quellen (z.B. Raumluftsprays oder lösemittelhaltige Filzstifte) die leicht durch Lüften beseitigt werden können und dauerhafte VOC-Quellen (z.B. Bodenbeläge), die noch über Jahre die Innenraumluft belasten können.

Für die Verarbeitung im Zimmererhandwerk spielen vorrangig Oberflächenmittel eine besondere Rolle. Je nach Klassifizierung enthalten Sie folgende Lösemittelanteile:

Tabelle: Übersicht Oberflächenmaterialien und deren Lösemittelgehalte

Beschichtungsstoff	Anteil organischer Lösemittel
Dispersionsfarben	1,5 - 2 %
Lösemittelfreie Dispersionsfarben	weniger als 0,8%
Lackfarben mit dem Umweltzeichen "Blauer Engel"	bis 10%
Konventioneller Alkydharzlack	30 - 35%
Öle und Wachse	0 - 50%
Konventionelle PUR-Lacke	70 - 75%
Nitrolacke	78%
Lösemittelbeizen	98%
Wasserlacke	7 - 9%

Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH/Lemgo

Neben Farben und Lacken enthalten auch folgende Produkte erhebliche Anteile an organischen Lösemitteln, die in den Raum abgegeben werden:

- Klebstoffe
- Dichtungsmasse
- Verdünnung
- Bürochemikalien
- Reinigungsmittel
- Diverse Sprays
- unvollständige Verbrennungsprozesse (z. B. Tabakrauch, Heizöfen etc.)

Raumgrenzwerte

Es gibt keine gesetzlichen Grenzwerte für die Belastung in Innenräumen. Im Rahmen einer repräsentativen Messung in knapp 500 Haushalten ergab sich dort eine **durchschnittliche Belastung von 400 µg/m³** an organischen Lösemitteln in der Luft. Dies kann als Richtwert für die typische Belastung herangezogen werden. Ab einer Raumkonzentration von **5 000 µg/m³** wird eine **Sanierung** empfohlen.

Das Umweltbundesamt hat für die Vergabe des "Blauen Engels" für emissionsarme Möbel folgende Vorgaben definiert:

- 300 µg/m³ für **flächigen Teile**
- 600 µg/m³ für **dreidimensionale Teile**.

Bei unvollständigen Verbrennungen wie auch bei alten Parkettklebern können **Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)** auftreten. PAK binden sich häufig an den Hausstaub. Um sie messtechnisch zu bewerten, wird der Gehalt an Benz(a)pyren (BaK) gemessen. Das Umweltbundesamt empfiehlt ab einem BaK-Gehalt von 10 mg/kg Staub kurzfristige Maßnahmen zur Sanierung. Als **Sanierungszielwert** wird dabei ein Wert von **1 mg/kg BaK** angestrebt.

Krankheitssymptome

Viele Belastungen in Innenräumen entstehen durch verdunstende Lösemittel, die durch die Bewohner eingeatmet werden. Bei entsprechenden Belastungen können folgende Krankheitssymptome auftreten:

- Unwohlsein
- Kopfschmerzen
- Bronchialerkrankungen
- Schleimhautreizungen
- Schwindelgefühl
- Nervenreizungen
- Sprech- und Sehstörungen
- Gleichgewichtsstörungen
- Leber- und Nierenschäden bei Langzeitbelastung
- Benommenheit

Die eingesetzten Lösemittel in den oben genannten Quellen setzen sich aus sehr vielen verschiedenen Einzeltypen zusammen, deren Gefährdung sehr unterschiedlich ausgeprägt sind:

Aromatische Kohlenwasserstoffe	sind akut als auch chronisch giftig und zum Teil Krebs erzeugend. Vor allem von Benzol ist bekannt, dass es Leukämie verursachen kann. Auch Naphthalin steht unter dem Verdacht, Krebs auszulösen.
Aliphatische	sind akut und chronisch giftig. Sie können unter anderem die

Kohlenwasserstoffe	Schleimhäute reizen, Übelkeit hervorrufen und das Nervensystem schädigen.
Chlorierte Kohlenwasserstoffe	sind stark akut und chronisch giftig. Sie wirken betäubend, Leber und Nieren schädigend, zum Teil Krebs erzeugend.
Alkene	sind ungesättigte Kohlenwasserstoffe, die vor allem bei hohen Belastungen betäubend wirken können. Zum Teil reizen sie die Schleimhäute.
Alkohole, Ester und Ketone	können bei sehr hohen Konzentrationen betäubende Wirkungen haben und Schleimhautreizungen hervorrufen.
Glykolverbindungen	reizen Haut und Schleimhäute. Bei einigen Substanzen dieser Gruppe muss ein Gesundheitsrisiko für ungeborene Kinder angenommen werden. Dazu gehören Ethylglykol, Ethylglykolacetat, Methylglykolacetat und Methylglykol. Diese können auch Hoden und Knochenmark schädigen.
Terpene	sind Bestandteil des Terpentinöls, das häufig in biologischen Lacken zum Einsatz kommt. Terpentinöl gilt als reizend und kann Allergien auslösen. Es enthält häufig auch Delta-3-Caren, das Hautekzeme erzeugen kann und im Verdacht steht, Krebs auslösend zu wirken.
Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe	weisen ein hohes Potential an krebserzeugender Wirkung auf.

Wasser als Lösemittel hat keine gesundheitlich negativen Auswirkungen.
Es ist in vielerlei Hinsicht der ideale Ersatzstoff!

Messmöglichkeiten

Die Messung der Belastung eines Raumes mit organischen Lösemitteln wird durch Luftprobensammler vorgenommen. Diese werden über einen Zeitraum von mehreren Stunden im Raum aufgehängt und anschließend in einem Labor ausgewertet. Eine solche Messung kostet ca. 140 Euro.

Bild: Luftsammler zur Messung organischer Lösemittel



Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH/Lemgo

PAKs werden durch das Erfassen des Hausstaubs mit dem Staubsauger erfasst. Als Leitsubstanz wird der Gehalt von Benz(a)pyren bestimmt.

Vorbeugung

Natürlich ist es am besten, wenn erst gar keine Lösemittel zum Einsatz kommen. Dies entlastet die Umwelt, den Verarbeiter und den Kunden. Gleichwohl gibt es aufgrund der Kundenwünsche viele Situationen, wo auf herkömmliche Lacksysteme nicht verzichtet werden kann, z.B. wenn eine ausreichende Haltbarkeit gewährleistet werden soll. Insbesondere in den Bereichen

- **Fensterbau**
- **Außenbauteile**
- **Treppenbau**
- **Fußböden**

kann in den meisten Fällen auf **wasserbasierende Systeme** ausgewichen werden, ohne dass es zu Qualitätseinbußen kommt.

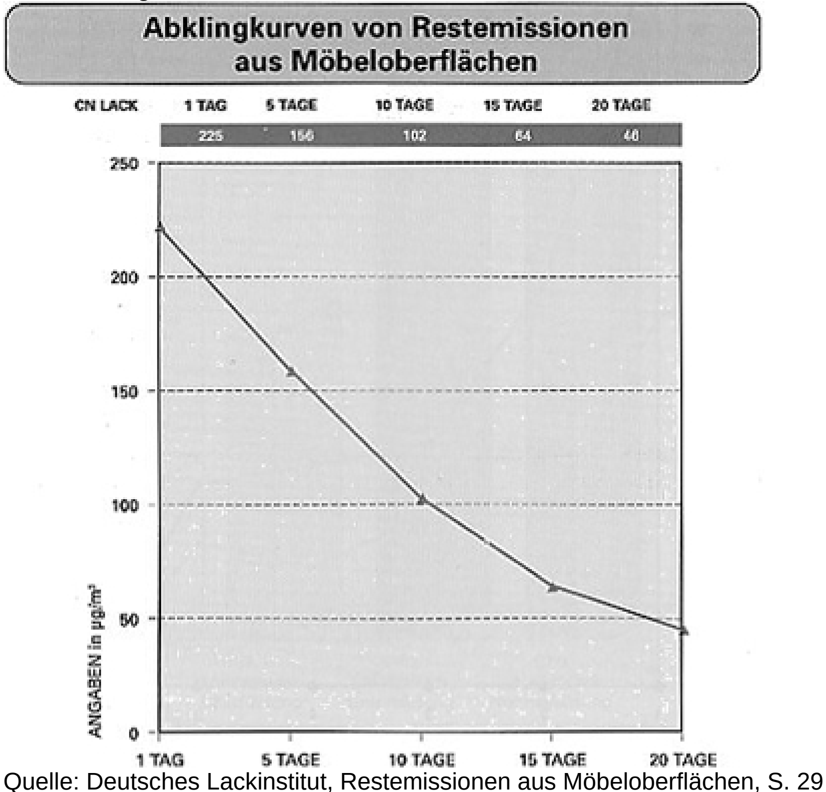
Viele der oben genannten Lösemittel sind durch gesetzliche Regelungen bzw. Selbstverpflichtung der Lackhersteller inzwischen verboten und nicht mehr im Einsatz. Aber auch bei den aktuellen Lacken und Ölen gibt es erhebliche Unterschiede hinsichtlich der Gefährdung durch die verwendeten Lösemittel. Zunehmend werden bei Ölen die Terpentinöle ersetzt durch Lösemittel aus der Kosmetikbranche, deren gesundheitsgefährdende Wirkung verhältnismäßig gut erforscht ist. Dadurch kann die Belastung verringert werden.

In jedem Fall ist es erforderlich, sich die **Sicherheitsdatenblätter** für alle verarbeiteten Lacke und Oberflächenmaterialien vom Hersteller kommen zu lassen. Dort sind Angaben zu finden, ob und in welchem Umfang Lösemittel zum Einsatz kommen und welche Gefährdung von ihnen ausgeht.

Auch beim Einsatz herkömmlicher Lacke kann man durch die Verarbeitung einiges dazu beitragen, die Belastung beim Kunden so gering wie möglich zu halten. Die Lösemittel werden in den Farben und Lacken benötigt, um sie verarbeiten zu können. Sie verdunsten nach Auftragen auf der Oberflächen je nach Lösemitteltyp unterschiedlich schnell. Werden die lackierten Teile direkt nach der Verarbeitung beim Kunden eingebaut, ist die Belastung noch vergleichsweise hoch.



Bild: Abklingverhalten einer lackierten Oberfläche



Quelle: Deutsches Lackinstitut, Restemissionen aus Möbeloberflächen, S. 29

Deshalb sollte mindestens ein **Zeitraum von 2 - 3 Tagen** vergehen, bevor die frisch lackierten Teile auf der Baustelle eingebaut werden.

Dies gilt auch für biologische Öle. Deren Lösemittel verdunsten deutlich langsamer als konventionelle Lösemittel, sodass diese noch einige Wochen nach dem Auftragen wahrgenommen werden. Insbesondere **wenn kein Luftaustausch möglich ist, kann keine ausreichende Aushärtung der Öle erfolgen**.

Sanierung

Lösemittelhaltige Klebstoffe können diese über einen sehr langen Zeitraum an den Raum abgeben. Gerade bei Teppichen kann das ein Problem sein. Hier hilft nur ein Ausbau einschließlich Abtragen des Klebers.

Bei den typischen vom Zimmerer hergestellten Produkte sind Lösemittel keine Dauererscheinung, sondern verdunsten im Laufe der Aushärtung der eingesetzten **Oberflächenmaterialien**. Eine Sanierung kann hier nur bedeuten, dass dieser Prozess durch **verstärkte Lüftung** beschleunigt wird. Die Lösemittel verdunsten in die Umgebungsluft und belasten nicht mehr die Gesundheit der Bewohner.

Raumklima

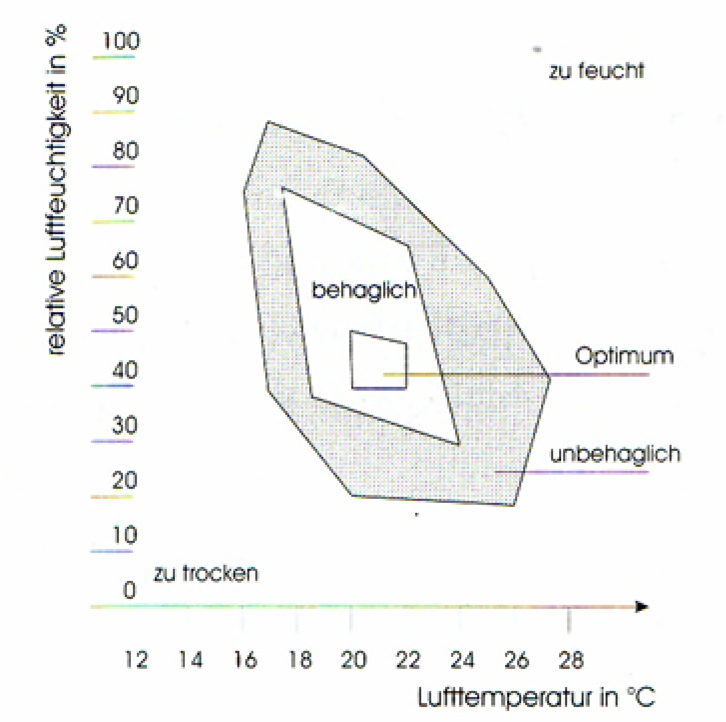
Behaglichkeit

Die Behaglichkeit eines Raumes wird im Wesentlichen beeinflusst durch seine

- **Gestaltung**
- **Farben**
- **Beleuchtung**
- **Raumklima**

In eher technischer Hinsicht wird die Behaglichkeit eines Raumes von der Lufttemperatur und relativen Luftfeuchtigkeit bestimmt. Bei einer **Lufttemperatur von 20 °C** fühlt sich der Mensch am wohlsten, wenn die **relative Luftfeuchtigkeit** zwischen **40 und 60%** liegt. Der ganze Bereich der Behaglichkeit kann aus dem folgenden Diagramm entnommen werden.

Diagramm: Behaglichkeitszone



Quelle: Verband Fenster Fassade (VFF), Lüftung von Wohngebäuden, ES.05, 2004, S. 9

Verschiedene Studien haben belegen können, dass **Holz erheblich zur Vergleichmäßigung des Raumklimas beitragen** kann. Holzoberflächen können kurzfristige Schwankungen der Luftfeuchte puffern, wenn sie sehr **diffusionsoffen** beschichtet worden sind (z.B. Balsamwachs). Sie tragen dann entscheidend zur Behaglichkeit eines Raumes bei.

Für die Raumtemperaturen werden folgende Empfehlungen gegeben:

Tabelle: behagliche Raumtemperaturen

Raumart	Temperaturen in °C
Wohnzimmer	20 - 23
Schlafzimmer	17 - 20
Küche	18 - 20
Bad	20 - 23
WC	16 - 19
Flur	18 - 20

Quelle: Bundesgesundheitsblatt, 2/93

Die Behaglichkeit hängt auch von der dem umgebenden Materialien abhängig. **Bei entsprechend "kalten" Materialien benötigt man eine deutliche höhere Temperatur, um das gleiche Wärmeempfinden zu haben.** Entsprechend muss die Raumtemperatur angepasst werden bei entsprechendem Energieverbrauch!

Tabelle: Komforttemperaturen unterschiedlicher Fußbodenmaterialien

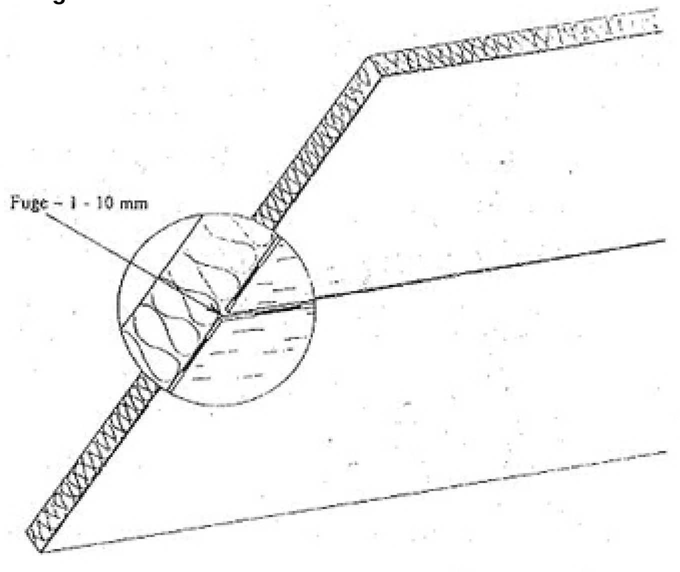
Material	Komforttemperatur nach 10 Minute in °C
Wollteppich	24,5
Holz	25,5
Kork	26,0
Eichendielen	26,0
Beton	27,0
PVC	27,5
Marmor	29,0

Quelle: Wohngesundheit, Arbeitsgemeinschaft Holz, 1998, S. 8

Luftdichtheit

Die immer größeren Anforderungen an die Wärmedämmung der Gebäude führt dazu, dass die Lüftungswärmeverluste deutlich an Bedeutung gewinnen. Dadurch ergibt sich eine Zuspitzung des Wärmestroms auf die Wärmebrücken und auf undichte Bereiche der Gebäudehülle. Die Luftdichtheit hat erhebliche Auswirkungen auf das Eindringen von **Kaltluft (Zugerscheinungen)** und damit auch auf den **Feuchteeintrag in die Gebäudekonstruktion**. Durch die Konvektion können deutlich größere Feuchtemengen transportiert werden wie durch die Diffusion. Wie die folgende Übersicht darstellt, ergeben sich daraus erhebliche Kondensationsmengen an Raumfeuchte, die zu einer Auffeuchtung in der Wand führen und damit **Schimmelbildung und Gebäudeschäden** begünstigen. Die Auffeuchtung durch **Konvektion** ist wesentlich größer als der Feuchteeintrag durch **diffusionsoffen**.

Bild: Feuchteeintrag durch Konvektion



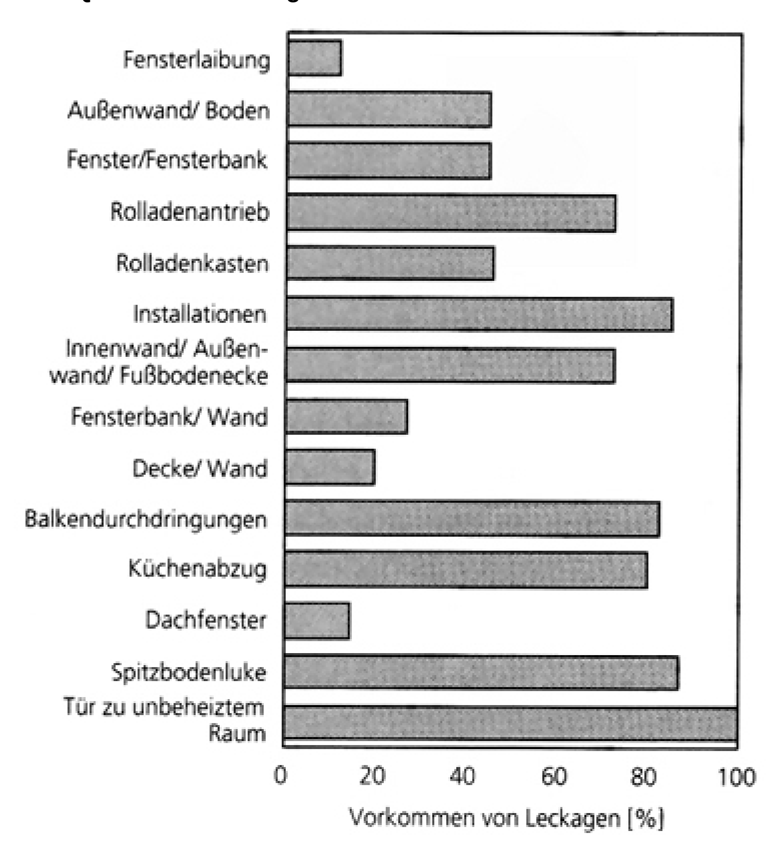
Beispieldach: 6 * 10 m mit einer Querfuge (10 m)

Stündlicher Wasserdampftransport durch Diffusion und Fugenströmung (Konvektion)

	DIFFUSION		KONVEKTION		
	Mittel	Stark	Mittel	Stark	
	Δ Wd = 4 g/m³	Δ Wd = 8 g/m³	Δ p = 5 Pa	Δ p = 20 Pa	
	[g / h]	[g / h]	[g / h]	[g / h]	
Diffusionsoffen sd = 1 m	20	40	100	350	Fugenbreite 1 mm
Diffusionsbremsend sd = 10 m	2	4	200	700	Fugenbreite 3 mm
Diffusionsdicht sd = 100 m	0,2	0,4	300	1100	Fugenbreite 10 mm

Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH/Lemgo

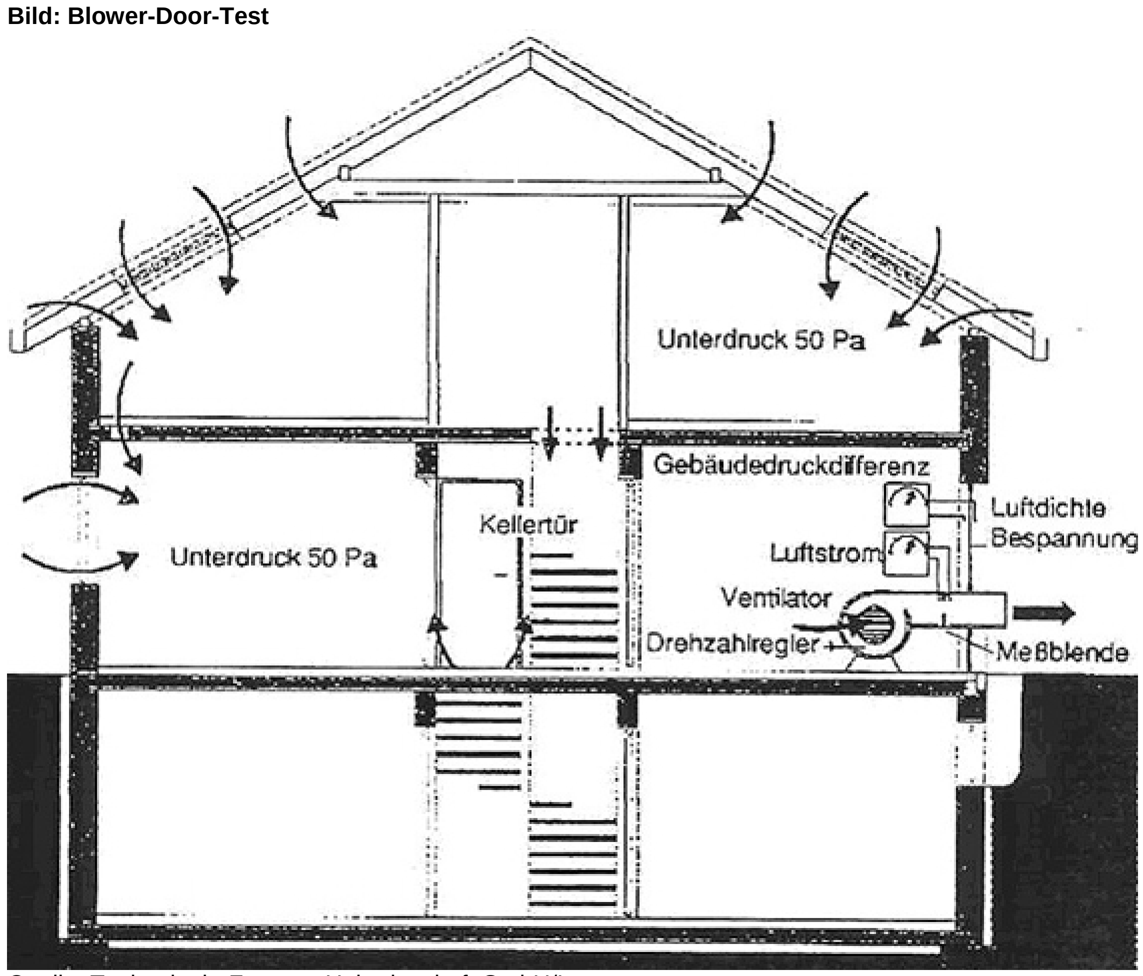
Bild: Quellen von Leckagen



Quelle: Funktionsschichten und Anschlüsse, Informationsdienst Holz, Oktober 2004

Deshalb wird unbedingt empfohlen, bei Neubauten und umfangreichen Sanierungen einen **Luftdichtigkeitstest** (Blower-Door-Test) durchführen zu lassen. Er kostet ca. 300 - 400 Euro. Bei dem Blower-Door-Test wird ein Ventilator in die Haustür eingebaut, der mit einem konstanten Unterdruck von 50 Pa Luft aus dem Gebäude zieht. Dabei wird gemessen, wie viel Luft von außen in das Gebäude in einer Stunde einströmt (Luftwechselzahl).

Bild: Blower-Door-Test



Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH/Lemgo

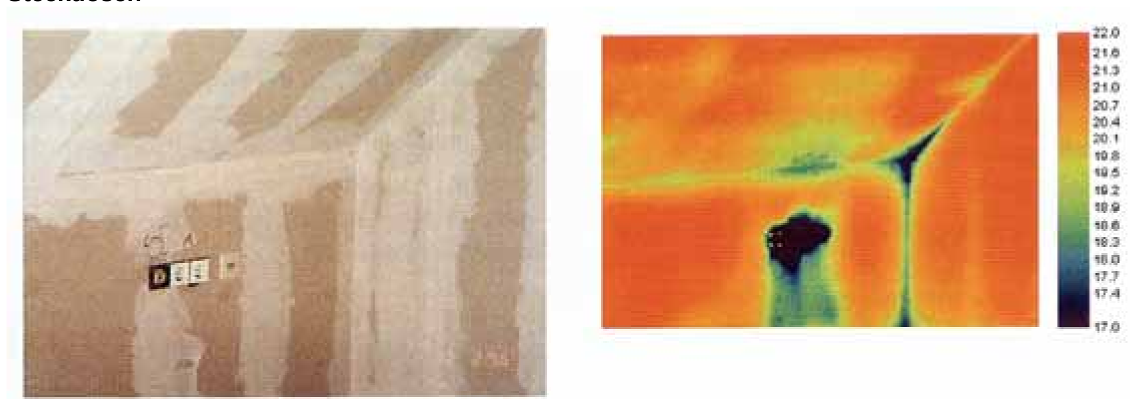
Die **Energieeinsparverordnung** fordert, dass bei einem solchen Test Gebäude mit natürlicher Lüftung eine Luftwechselzahl von 3,0 und Gebäude mit raumlufttechnischen Anlagen von 1,5 unterschreiten müssen. Luftdichte Gebäude sollten dabei eine **Luftwechselzahl von weniger als 1,0** erreichen, d.h. in einer Stunde wird das komplette Luftvolumen des Raumes einmal ausgetauscht. Durch Undichtigkeit in der Gebäudehülle erhöht sich die Luftwechselrate. Punktuell entsteht Zugluft und Energieverluste steigen deutlich an. **Die Luftdichtheit ist Voraussetzung für ein gutes Raumklima**.

Bei der Blower-Door-Messung können durch Rauchgeber gezielt **typische Schwachstellen** im Gebäude festgestellt werden:

- Rohrdurchdringungen
- Leitungen
- Steckdosen
- Fensterumrandung
- Mauervorsprünge
- Balkendurchdringungen

Das folgende Bild verdeutlicht, dass **Undichtigkeiten lokal zu erheblichen Temperaturunterschieden** führen können. Hier konzentriert sich die Raumfeuchte und kann in das Bauwerk gelangen.

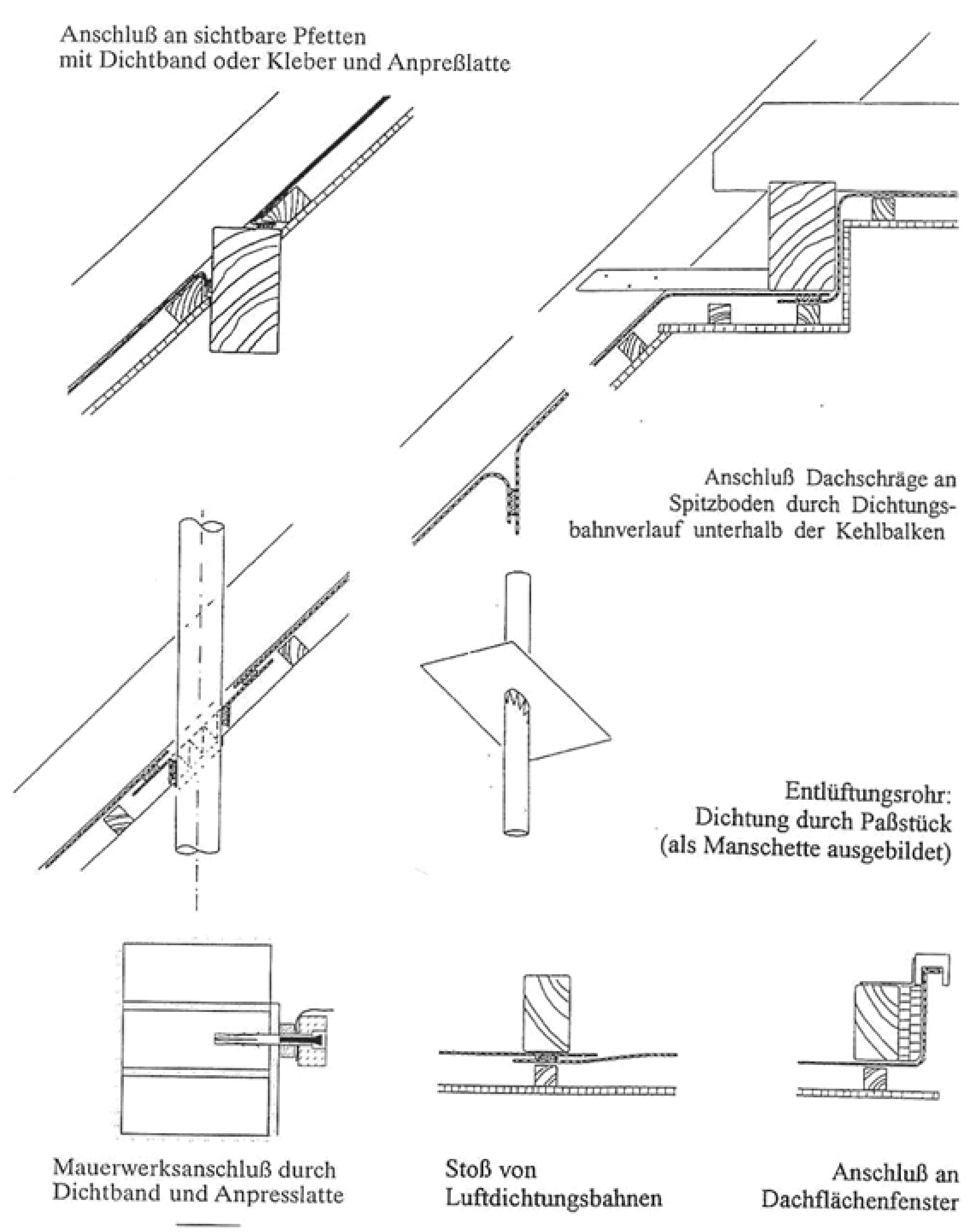
Bild: Typische Schwachstelle im Bereich von Steckdosen



Quelle: Funktionsschichten und Anschlüsse, Informationsdienst Holz, Oktober 2004

Die folgende Darstellung zeigt, in welcher Form derartige Schwachstellen abgedichtet werden können.

Bild: Abdichten von Schwachstellen



Quelle: Technologie-Zentrum Holzwirtschaft GmbH/Lemgo

Die folgende Tabelle stellt dar, welche Materialien geeignet bzw. Nicht-geeignet sind, um eine ausreichende Dichtigkeit der Gebäudehülle sicherzustellen.

Tabelle: Materialübersicht zur Sicherstellung der Luftdichtheit

luftdichte Materialien für Regelbauteile	Undichte Materialien
• Innenputz auf Mauerwerk • Folien • armierte Baupappe • Harte Holzwerkstoffe-Platten (OSB, BFU...) • Beton	• Mauerwerk (Mörtelfugen) • Holzweichfaser-Platten • perforierte Folien • Styroporplatten • Nut- und Federschalung
dichte Anschlüsse	**nicht dauerhaft dichte Anschlüsse**
• Verkleben von Folien mit Butylkautschuk-Klebeband und zusätzliche Anpresslatte • sachgerecht verwendetes vorkomprimiertes Dichtungsband mit Anpresslatte • mit gut eingestelltem Beton ausgegossene Durchdringungen und verspachtelte Fugen • luftdichtes Acrylat-Klebeband • angepresste Dichtlippe	• Paketklebeband, Kreppband o. ä. • zu trockener Beton (schwer dichtend einzubringen) • zu nasser Beton (Schwindfugen) • Verklebung auf ungeprimerten Massivbauteilen • PU-Montageschaum • Verfugung mit Silikon

Quelle: Informationsdienst Holz, "Das Passivhaus", S. 19, Oktober 2002

Lüftung

Natürlich muss jedes luftdichte Gebäude belüftet werden. Dies muss jedoch systematisch und kontrolliert erfolgen und **nicht über Luftundichtigkeiten**. Dabei müssen die Raumfeuchte, chemische Verunreinigungen und biologische Schadstoffe nach außen transportiert werden, um eine **ausreichende Lufthygiene** zu gewährleisten.

Durch seine Aktivitäten setzt der Mensch kontinuierlich Wasserdampf frei. Ein 3-Personen-Haushalt gibt ca. 6 - 12 Liter Wasser pro Tag an die Raumluft ab. Dies erfolgt nicht gleichmäßig über alle Räume hinweg, sondern schwerpunktmäßig in den Bereichen:

- **Toiletten und Bäder**
- **Schlafzimmer**
- **Küche**
- aber auch durch **Zimmerpflanzen** und **Aquarien**

Insbesondere in der **Bauphase** werden erhebliche Wassermengen in die Gebäudekonstruktion gebracht. In einem Einfamilienhaus, errichtet aus Mauerwerk mit Betonfundament und Betondecke mit Fliesestrich, werden ca. 10 bis 15 000 Liter Wasser verwendet. Würde man diese Menge Wasser in ein Zimmer gießen, so stünde es etwa einen Meter unter Wasser! Dennoch muss diese enorme Menge Feuchtigkeit aus dem Bauwerk herausgelüftet werden. Bei einem Holzhaus kommt es nicht zu solchen Durchfeuchtungen. Gleichwohl gibt jedes Gebäude innerhalb der **ersten 3 Jahre** erhebliche Mengen an **Schadstoffen** ab, die während der Bauphase in das Gebäude gebracht wurden.

Freie Lüftung

Der Luftwechsel kann über freie Lüftung oder raumlufttechnische Anlagen erfolgen. Die Möglichkeiten der freien Lüftung gliedern sich in:

- geöffnete Fenster
- im Fenster integrierte Lüftungseinrichtungen
- dezentrale, in der Außenfassade integrierte Lüftungseinrichtungen
- Schachtlüftungen

Die optimale Lüftung bei einfacher Fensterlüftung hängt von der Jahreszeit ab. Kühlere Außenluft enthält weniger Feuchtigkeit als die warme Raumluft. Im Winter kommt es wegen der großen Temperaturunterschiede zu einem schnellen Luftaustausch. Als Anhaltspunkte für **Lüftungszeiten** bei komplett geöffneten Fenster kann gelten:

Dezember bis Februar	5 Minuten
März und November	10 Minuten
April, Mai, September, Oktober	15 Minuten

Im Vergleich zu anderen Räumen weisen Schlafräume die höchste relative Luftfeuchte auf. Damit verbunden steigt die Gefahr der Schimmelpilzbildung. Eine **Dauerkippstellung** der Fenster führt zu erheblicher **Auskühlung**. Wenn dann noch die Türen in der Wohnung geöffnet sind, strömt warme, feuchte Luft aus anderen Räumen nach und **verschlechtert die Feuchtebelastung** im Schlafzimmer. Deshalb **immer Stoßlüften** und keine Dauerlüftung bei offenen Innentüren!

Eine komfortable Lösung stellt die Möglichkeit dar, die Fenster über eine **motorische Steuerung** in eine Lüftungsstellung zu bringen, damit ein ausreichender Luftaustausch gewährleistet wird.

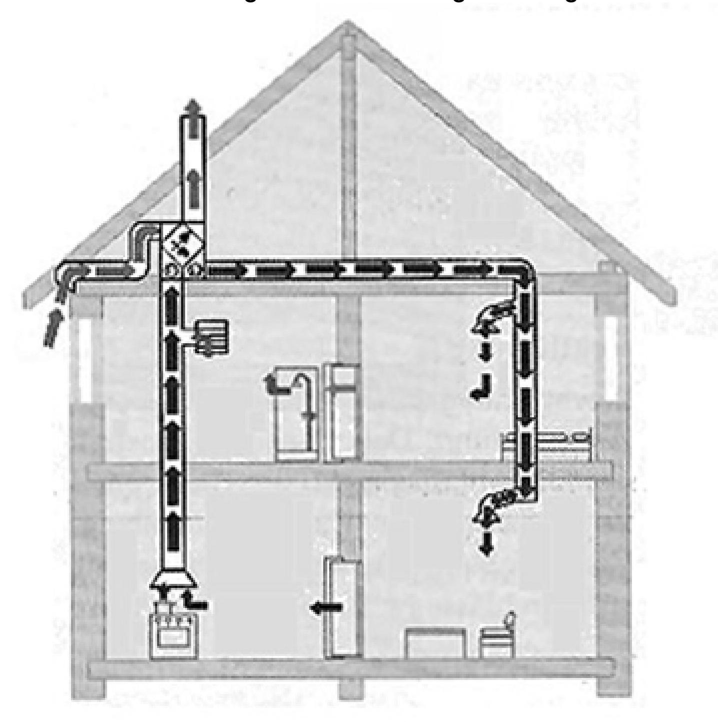
Zunehmend Bedeutung erhalten **integrierte Lüftungseinrichtungen** in Fenstern oder Außenfassaden. Diese so genannten ALDs (Außen Luft Durchlass) bieten folgende Vorteile:

- sie sind nachrüstbar (unter, über oder seitlich vom Fenster oder können in das Fenster integriert werden)
- die Luftmenge lässt sich fein regulieren, so dass Wärmeverluste auf ein Minimum reduziert werden
- sie können mit Insekten oder Pollenfilter ausgerüstet werden
- der Einbruchschutz bleibt erhalten

Raumlufttechnische Anlagen

Bei raumlufttechnischen Anlagen wird durch einen oder mehrere Ventilatoren in Abhängigkeit von der Regelungsgröße Luftfeuchtigkeit ein ausreichender Luftaustausch sichergestellt. Bei Zu- und Abluftanlagen können **Wärmetauscher** eingebunden werden, um die Wärme der abgesaugten Luft soweit wie möglich für die Zuluft zu nutzen. Damit können die **lüftungstechnischen Wärmeverluste deutlich verringer**t werden. Derartige Lüftungsanlagen bedürfen einer **fachgerechten Planung** sowie einer geregelten **Pflege und Wartung**, damit sie kein zusätzliches Gesundheitsrisiko für die Bewohner darstellen.

Bild: Zu- und Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung



Quelle: Verband Fenster Fassade (VFF), Lüftung von Wohngebäuden, ES.05, S. 16

Produktinformation



Produktinformationen geben Klarheit über die Umweltrelevanz eines Bauwerks. Der Kunde ist heute anspruchsvoller, er will wissen, mit welchen Materialien sein Gebäude erstellt wurde, mit welchen energetischen und gesundheitlichen Auswirkungen er rechnen muss.

Erst die **Qualität am Bau in der Zusammenarbeit der beteiligten Handwerker und Planer führt zu einer höheren Lebensdauer und senkt die laufenden Umweltauswirkungen** in Folge von Bauschäden und schlechten Konstruktionen. Hier ist insbesondere die Beratungs- und Planungskompetenz des Zimmerers gefragt, um im Zusammenspiel mit dem Kunden eine optimale Lösung zu finden. Der Zimmermeister begleitet den Bauherren, den Architekten und den

Tragwerkplaner über das gesamte Bauvorhaben. Er berät in der Planphase, erarbeitet Werkpläne und Konstruktionsdetails und steuert die Vorfertigung im Betrieb und die Ausführung auf der Baustelle.

Über die Herstellung eines Bauwerks hinaus werden zunehmend dessen **laufende Umweltbelastungen** bewertet. Der **Energiepass** ist ein wichtiger Schritt, die Qualität eines Gebäudes langfristig zu sichern und die Modernisierung im Gebäudebestand anzuregen. Hier ergibt sich ein weiteres Wirkungsfeld für den Zimmermeister, um über die Beratung Sanierungsvorschläge zu erarbeiten und als Komplettanbieter aus einer Hand umzusetzen.

ZI-Qualität



Die Zimmererinnungen vor Ort verstehen sich heute als ein Qualitätsverbund, der dem Bauherrn eine ausreichend Sicherheit bietet, ein **Qualitätsprodukt mit langer Lebensdauer zu erwerben bei optimalem Energieverbrauch**.

Mit der **ZI-Qualität** verbindet sich folgender **Anspruch**:

Kompetenz	Die Mitgliedsbetriebe der Zimmerer-Innungen begnügen sich nicht mit dem einmal erreichten Meistertitel, sondern bilden sich permanent weiter. Der Kunde hat dadurch den Vorteil, mit kompetenten und sachkundigen Handwerkern zusammenzuarbeiten.
Regionalität	Die Mitglieder der Zimmerer-Innungen haben ihren Betrieb vor Ort und stehen jederzeit zur Verfügung. Regionales Wirtschaften ist umweltfreundliches Wirtschaften mit geringen Transport- und Energieaufwand.
Kundendienst	Erst durch einen fachgerechten Service kann ein Bauwerk langfristig erhalten werden. Die Betriebe der ZI-Qualität sind besonders im Bereich der Sanierung und Modernisierung qualifiziert, insbesondere wenn es sich um den Erhalt von denkmalgeschützten Gebäuden handelt.
komplette Leistung	Erst die abgestimmte Planung und Ausführung eines Bauwerks oder einer Modernisierungsmaßnahme gewährleistet ein optimales Zusammenspiel aller Beteiligten. Die Betriebe der ZI-Qualität haben sich besonders im Bereich der Planung von Komplettleistungen qualifiziert von der Beratung über die Ausführung bis zum Nachgespräch. Dies gewährleistet - Termintreue - hohe Funktionalität der Bauteile - optimaler Energieaufwand in der Herstellung

Um der Verbraucherschaft eindeutig anzuzeigen, welcher Betrieb als eingetragenes Mitglied der Zimmerer-Innung angehört, hat der Verband des Zimmerer- und Holzbaugewerbes Baden-Württemberg ein das **Qualitäts-Logo** entwickelt. Nur die Innungs-Mitglieder dürfen dieses Logo tragen und sind berechtigt, damit zu werben.

Energiepass

Etwa ein Drittel des gesamten Primärenergieverbrauchs wird für die Raumheizung und Warmwasserbereitung aufgewendet. Um den Energieverbrauch einheitlich zu erfassen und zu bewerten wurde entsprechend der EU-Richtlinie über die "Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden" ein Energiepass entwickelt. **Ab 2006 muss für jedes Gebäude bei Verkauf oder Vermietung ein solcher Energieausweis vorgelegt werden.** Zieht ein Mieter in einem Mehrfamilienhaus aus, so muss dem potenziellen Nachmieter ein Energiepass vorgelegt werden. Verkauft jemand sein Einfamilienhaus, so ist auch in diesem Fall ein Ausweis über die Energieeffizienz des Hauses vorzulegen.

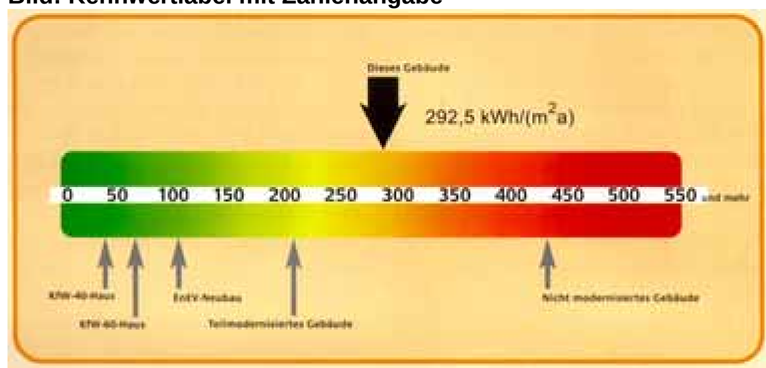
Energiekennwert

Die Deutsche Energie-Agentur hat den Energiepass in einem bundesweiten Feldversuch an über 3500 Gebäuden getestet. Der Energiebedarf wird dabei entsprechend den Vorgaben der **Energieeinsparverordnung** und den damit geltenden DIN-Normen ermittelt. Dabei wird auch berücksichtigt, mit welchem Energieträger - z.B. Erdgas, Holz, Strom oder Heizöl - die Wärmeenergie erzeugt wird. Es gehen auch die Verluste ein, die bei der Energiegewinnung, Umwandlung und Transport zum Verbraucher entstehen. In dem so ermittelten **Primärenergiebedarf des Gebäudes** sind die spezifischen Umweltauswirkungen des jeweiligen Energieträgers berücksichtigt.

Der so ermittelte Kennwert kann in einem schlecht gedämmten Gebäude bei über 300, bei Neubauten sollte er unter 100 liegen. Der Wert beschreibt die Energiemenge, die pro Quadratmeter Wohnfläche und Jahr (kWh/m²a) für das jeweilige Gebäude benötigt wird.

Um den Kennwert eines Gebäudes vergleichbar zu machen, wurden zwei verschiedene farbige Label entwickelt. Das **Kennwertlabel mit Zahlenangabe** ordnet das Gebäude in eine farblich unterlegte Skala ein.

Bild: Kennwertlabel mit Zahlenangabe

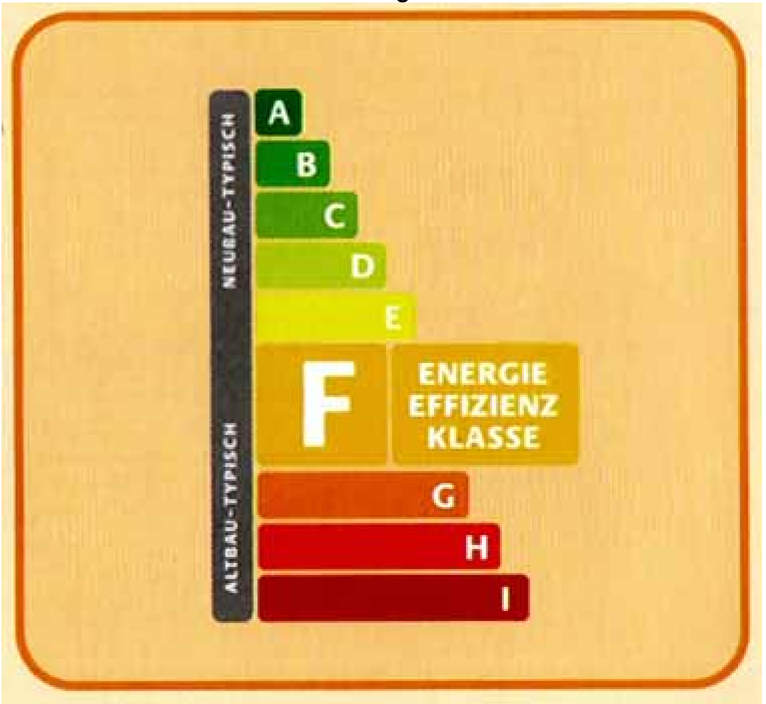


Quelle: dena, "Der Energiepass für Gebäude", Dezember 2004

Die besten Werte liegen im grünen Bereich, die schlechten sind im roten Bereich zu finden. Die konkrete Zahlenangabe des Kennwertes ermöglicht einen Vergleich mit bekannten Gebäudestandards.

Möglich ist auch die Verwendung eines **Klassenlabels**, so wie das schon bei vielen Elektrogeräten verwendet wird. Die Zuordnung eines Gebäudes zu einer von neuen Klassen ermöglicht ebenfalls eine schnelle Einschätzung seiner energetischen Qualität.

Bild: Kennwertlabel mit Klassenangabe



Quelle: dena, "Der Energiepass für Gebäude", Dezember 2004

Gebäudedaten

Die datentechnische Ermittlung des Energieverbrauchswertes erfolgt nach den Vorgaben der Energieeinsparverordnung (EnEV). Für die Aufnahme der Gebäudedaten gibt es zwei Vorgehensweisen: eine detaillierte und eine vereinfachte. Bei der **vereinfachten Aufnahme** werden pauschalierte Ansätze zu relevanten Bauteilen und der Anlagentechnik, insbesondere der Heizung genutzt. Die bisherigen Praxiserfahrungen haben gezeigt, dass die Berechnung auf Basis des vereinfachten Verfahrens zu einer verlässlichen Einschätzung der energetischen Qualität eines Gebäudes führt. Die **detaillierte Gebäudeaufnahme** empfiehlt sich dann, wenn eine Modernisierung unmittelbar ansteht und das Gebäude deshalb genauer analysiert werden muss.

Informationen des Energiepasses

- Als wichtigste Information weist der Energiepass den **Kennwert des Primärenergiebedarfs** des Gebäudes aus. Über die aufgenommenen allgemeinen Gebäudedaten kann das Haus mit dem Energiepass energetisch bewertet werden.
- Der Energiepass informiert zudem über **Dämmstandard** der Außenbauteile, **Wärmebrücken und** Qualität der **Anlagentechnik.**
  Bei letzterem Aspekt spielt nicht nur der Wärmeerzeuger eine Rolle, sondern auch sein Aufstellort, die Länge und die Dämmqualität der Rohrleitungen, die Effizienz der Pumpen sowie die Güte von Heizflächen und Thermostatventilen.
- Die **Angabe zu den CO_2-Emissionen** geben Auskunft über die Umweltbelastung des jeweiligen Gebäudes.
- Die **kostenmäßige Bewertung der Energiekosten** ermöglicht die konkrete Beurteilung für den Gebäudeeigentümer und dem Mieter.
- Zusätzliche **Tipps und Hinweise zur Modernisierung**, um den Primärenergiebedarf und damit einhergehende Kosten zu senken machen den Energiepass zum Einstieg für weitere Umbauplanungen.

Erstellen von Energiepässen

Hausbesitzer können für die Erstellung des Energiepasses zwischen Vertretern verschiedener Berufsgruppen wählen. Über die angegebenen Internetadressen kann man in der jeweiligen Region

qualifizierte Ansprechpartner finden. Zugelassen sind Handwerker, Ingenieure und Architekten, die über eine besondere **Qualifikation zum "Gebäudenergieberater**" verfügen.

Das **Kompetenzzentrum Holzbau & Ausbau** ist in Baden-Württemberg eine wichtige Anlaufstation, um sich zum Gebäudeenergieberater zu qualifizieren.

Dabei werden folgende **Inhalte** vermittelt:

- Bauphysikalische Grundlagen und Normen
- Energiesparende Konstruktion
- Prüfen von Baustoffen und Bauteilen
- Anwendung von Wärme-, Feuchte-, Schall- und Brandschutzvorschriften
- Auswahl von technischen Anlagen
- Durchführung der Datenaufnahme

Glossar

1. BImSchV

Erste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen – 1. BImSchV) vom 14. März 1997.

Den Gesetzestext finden Sie hier.

17. Bundesimmissionsschutzverordnung

Mit der 17. Bundesimmissionsschutzverordnung werden Vorgaben gemacht, wie Abfall- und Müllverbrennungsanlagen betrieben werden müssen. Sie ist die strengste Norm zur Reduzierung der Abgase von Schadstoffen.
Den Gesetzestext finden Sie hier

28. Bundesimmissionsschutzverordnung

Die 28. Bundesimmissionsschutzverordnung gibt Grenzwerte vor für die Emissionen von mobilen Maschinen und Geräten. Dazu zählen Traktoren, Baumaschinen, Gabelstapler aber auch Lokomotiven. Von 2005 bis 2014 werden die Grenzwerte für neue mobile Dieselmotoren über 26 PS schrittweise verschärft auf bis zu 0,025 g Rußpartikel je kWh.

7. Bundesimmissionsschutzverordnung

Die 7. Bundesimmissionsschutzverordnung regelt den Auswurf von Holzstaub und -spänen von holzverarbeitenden Betrieben. Dabei beziehen sich die Regelungen ausschließlich auf die Emissionsabgabe an die Umwelt, sie benennt keine Anforderungen für die Rückführung der abgesaugten Luft in die Betriebsräume.

Abfall zur Beseitigung

Grundsätzlich dürfen nur solche Abfälle beseitigt werden, die nicht verwertet werden können. Die Abfallbeseitigung dient dem dauerhaften Ausschluss nicht verwertbarer Abfälle aus der Kreislaufwirtschaft. Sie umfasst das Bereitstellen, Überlassen, Einsammeln, die Beförderung, die Behandlung, die Lagerung und die Ablagerung von Abfällen zur Beseitigung. Abfälle zur Beseitigung sollten getrennt gehalten werden, wenn dies für eine gemeinwohlverträgliche Abfallbeseitigung erforderlich ist. Die Beseitigung hat vorrangig im Inland zu erfolgen.

Abfall zur Verwertung

Nicht vermeidbare Abfälle sind umweltverträglich zu verwerten, dabei sind stoffliche Verwertung und energetische Verwertung gleichermaßen zulässig. Vorrang hat immer im Einzelfall die besser umweltverträgliche Verwertungsart. Unter stofflicher Verwertung versteht man

- die Substitution von Rohstoffen durch das Gewinnen von Stoffen aus Abfällen (sekundäre Rohstoffe) oder
- die Nutzung der stofflichen Eigenschaften der Abfälle für den ursprünglichen Zweck bzw. für andere Zwecke mit Ausnahme der unmittelbaren Energierückgewinnung.

Unter energetischer Verwertung versteht man Abfälle als Ersatzbrennstoff zu verwenden, dabei sind Mindestvoraussetzungen einzuhalten (z.B. Heizwert von mindestens 11.000 kJ/kg, Feuerungswirkungsgrad von 75 %).

Abfallerzeuger

Erzeuger von Abfällen ist nach § 3 (5) KrW-/AbfG jede natürliche oder juristische Person, durch deren Tätigkeit Abfälle angefallen sind, oder jede Person, die Vorbehandlungen, Mischungen oder sonstige Behandlungen vorgenommen hat, die eine Veränderung der Natur oder der Zusammensetzung dieser Abfälle bewirken.

Abfallsatzung

Die kommunalen Abfallsatzungen regeln die Organisation der Abfallentsorgung im Zuständigkeitsbereich der Städte und Gemeinden. Sie beziehen sich im Wesentlichen auf die hausmüllähnlichen Abfälle und betreffen die privaten Haushalte und das Gewerbe. Sie enthalten Vorgaben zu den Sammelbehältern und den Abfallarten, dem Einsammelverfahren, den Gebühren sowie den Pflichten und Rechten der Abfallerzeuger und -entsorger.

Aerosol

Als Aerosole bezeichnet man in Gasen (oder auch der Luft) enthaltene feste oder flüssige Teilchen. Diese Stoffe bleiben in feinstverteilter Form als Schwebstoffe in dem Gas erhalten (z.B. feinste Öltröpfchen in der Luft, Spraynebel).

AltholzV

Verordnung über Anforderungen an die Verwertung und Beseitigung von Altholz, AltholzV - Altholzverordnung vom 15. August 2002.
Den Gesetzestext finden Sie hier.

Arbeitsplatzgrenzwert (AGW)

Der "Arbeitsplatzgrenzwert" ist der Grenzwert für die zeitlich gewichtete durchschnittliche Konzentration eines Stoffes in der Luft am Arbeitsplatz in Bezug auf einen gegebenen Referenzzeitraum. Er gibt an, bei welcher Konzentration eines Stoffes akute oder chronische schädliche Auswirkungen auf die Gesundheit im Allgemeinen nicht zu erwarten sind.

Dieser Begriff ersetzt die bisherige maximale Arbeitsplatzkonzentration (MAK-Wert).

ArbSchG

Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit (ArbSchG - Arbeitsschutzgesetz) vom 7. August 1996. Den Gesetzestext finden Sie hier

ArbStättV

Verordnung über Arbeitsstätten (ArbStättV - Arbeitsstättenverordnung) vom 20. März 1975.

Den Gesetzestext finden Sie hier

Aromatische Kohlenwasserstoffe

Bei aromatischen Kohlenwasserstoffen handelt es sich um ringförmige organische Kohlenstoffverbindungen. Sie werden als Lösemittel eingesetzt und sind gesundheitsschädlich. Benzol, Toluol, Xylol oder Benzo(a)pyren sind typische Beispiele für aromatische Kohlenwasserstoffe.

ASR

Arbeitsstättenrichtlinien sind eine Sammlung von Regelungen zur Gestaltung von Arbeitsräumen

BattV

Verordnung über die Rücknahme und Entsorgung gebrauchter Batterien und Akkumulatoren (Batterieverordnung - BattV) vom 02. Juli 2001.
Den Verordnungstext finden Sie hier.

Baustellenverordnung

Die Baustellenverordnung verpflichtet den Bauherrn einen Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordinator zu bestellen, wenn mehrere Unternehmen auf der Baustelle anwesend sind. Diesem Koordinator obliegt die Aufgabe, einen ausreichenden Sicherheits- und Gesundheitsschutz auf der Baustelle zu planen und sicherzustellen. Bei der Auftragsvergabe wird vom Auftragnehmer (z. B. Schreiner oder Zimmerer) häufig abverlangt, einen eigenen Sicherheits- und Gesundheitsplan mit den für seinen Montagebereich relevanten Gefährdungen und geplanten Maßnahmen zu ergänzen.
Den Verordnungstext finden Sie hier.

Baustoffklasse

Baustoffe werden entsprechend ihrem Brandverhalten in Baustoffklassen eingeteilt. Es werden dabei zwei unterschiedliche Kategorien unterschieden: Baustoffe der Klasse A (nicht brennbar) und Baustoffe der Klasse B (brennbar).

Innerhalb der Klassen werden die einzelnen Baustoffe noch einmal wie folgt unterteilt:

- A 1 Baustoffe, die vollständig nicht brennbar sind (Kies, Zement, Gips...)
- A 2 Baustoffe, die in geringem Umfang brennbare Stoffe enthalten (z. B. Gipskarton)
- B 1 schwer entflammbare Stoffe
- B 2 normal entflammbare Stoffe
- B 3 leicht entflammbare Stoffe

Der Unterschied zwischen einem Baustoff der Klasse A1 und einem Baustoff der Klasse A2 liegt in der Entflammbarkeit des Baustoffes. Eine Entflammung beinhaltet nicht unmittelbar eine Brennbarkeit des Baustoffes. Baustoffe der Klasse A1 dürfen zu keinem Zeitpunkt eine Entflammung aufweisen.

Was bislang in der DIN 4102-2 geregelt wurde für die Einteilung der Baustoffe entsprechend ihrer Entflammbarkeit, wird zukünftig **europäisch durch die EN 13501-1** geschehen. Zukünftig wird es 7 Euroklassen geben (A1, A2, B, C, D, E und F). Damit geht einher, dass europaweit nach einheitlichen Prüfverfahren die Baustoffe im Hinblick auf ihre Brennbarkeit klassifiziert werden. Kennzeichen für die Einteilung der Baustoffe ist der Zeitdauer, bis wann ein Baustoff voll brennt (Flashover). A1, A2 und B führen nicht zum Flashover, während die brennbaren Bauprodukte der Klassen C, D oder E diesen zwischen 10 und 2 Minuten erreichen. Um die Sache zu vereinfachen, wurden sogenannte Unterklassen für Rauch (s1, s2 und s3) und für brennendes Abtropfen (d0, d1 und d2) eingeführt. Diese Unterklassen müssen zukünftig auch auf den Produktverpackungen angegeben werden. Folgende Tabelle zeigt den Zusammenhang.

Betriebsanweisungen

Die Betriebsanweisung ist eine Anweisung des Arbeitgebers an die Beschäftigten. Sie regelt arbeitsplatz- und tätigkeitsbezogen das Verhalten im Betrieb mit dem Ziel, Unfall- und Gesundheitsgefahren zu vermeiden. Darüber hinaus dient die Betriebsanweisung als Grundlage für Unterweisungen.

Man unterscheidet Betriebsanweisungen, die den Umgang mit Gefahrstoffen regeln, und sicherheitstechnische Betriebsanweisungen für den Umgang mit Maschinen und Anlagen. Geregelt werden nur die Tätigkeiten, die gefährlich bzw. sicherheitsrelevant sind. Die Betriebsanweisung enthält hierzu die erforderlichen Angaben der Gebrauchsanleitung bzw. -anweisung (bei technischen Erzeugnissen) oder der Sicherheitsdatenblätter (bei Gefahrstoffen) des Herstellers, Einführers oder Lieferanten.

Betriebssicherheit

Betriebssicherheit hat den Schutz der Beschäftigten vor Arbeitsmitteln zum Ziel. Arbeitsmittel im Sinne der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) sind z. B, Fahrstühle, selbstfahrende Arbeitsmaschinen oder brennbare Flüssigkeiten.

BetrSichV

Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Bereitstellung von Arbeitsmitteln und deren Benutzung bei der Arbeit, über Sicherheit beim Betrieb überwachungsbedürftiger Anlagen und über die Organisation des betrieblichen Arbeitsschutzes
(BetrSichV - Betriebssicherheitsverordnung) vom 27. September 2002

Den Gesetzestext finden Sie hier

BGV C 22 Bauarbeiten

Zusammenfassende Darstellung aller die Abwicklung von Baustellen relevanten Sicherheitsvorgaben.

Die Vorschrift kann unter der Datenbank der Berufsgenossenschaften heruntergeladen werden.

BGV/BGR/BGI

Die Veröffentlichungen der Berufgenossenschaften werden mit bestimmten Kürzeln versehen:

BGV = Berufsgenossenschaftliche Vorschrift
BGR = Berufsgenosschaftliche Richtlinie
BGI = Berufsgenossenschaftliche Informationsschrift

BGV und BGR begründen die unmittelbare verwaltungsrechtliche Grundlagen für das Handeln der Berufsgenossenschaft. Sie haben quasi Gesetzescharakter für alle Betriebe. Die BGI sind dazu da, die Umsetzung der Vorschriften in die betriebliche Praxis anhand von Beispielen, Bildern und Texten zu konkretisieren.

Bildschirmarbeitsverordnung

Die Bildschirmarbeitsverordnung definiert konkrete Vorgaben über die technische Ausstattung und die ergonomischen Anforderungen von Bildschirmarbeitsplätzen. Sie macht zudem Vorgaben, dass am Bildschirm arbeitende Menschen regelmäßig im Hinblick auf die Belastung ihrer Augen untersucht werden müssen.

biozid

Biozide Wirkstoffe dienen dazu, den Schutz von Produkten aus Holz oder anderem organischen Material zu verbessern. Sie dienen dazu, bestimmte pflanzliche oder tierische Organismen in ihrem Wachstum zu hemmen oder zu zerstören.

Blister

Blisterfolien bestehen aus aufgeschäumten Kunststofffolien zum Verpackungen stoßempfindlicher Produkte. Die eingeschlossenen Luftblasen dämpfen auftretende Stoßbelastungen.

Blower-Door-Test

Mit Hilfe des Blower-Door-Tests kann die Luftdichtheit eines Gebäudes getestet werden. Dabei wird der sogenannte n50-Wert ermittelt. Dieser gibt an, wie oft die Gebäudeluft pro Stunde gegen die Außenluft ausgetauscht wird.

Mittels einer speziellen Messtür wird 2 mal im Haus ein Über- und ein Unterdruck von 50 Pascal erzeugt. Je mehr Leckstellen das Haus aufweist, desto mehr Leistung muss mittels des Blower (Gebläse)-Door (luftdicht in die Haustür) aufgewendet werden um den Unterdruck konstant zu halten. So wird die effektive Luftwechselrate im Haus bestimmt. Die Luftdichtheit wird also nach diesem Differenzdruckverfahren ermittelt. Je niedriger der n50 Wert, desto dichter das Haus. Bei neuen Häusern liegt der Zielwert bei 3 (dreifacher Luftwechsel pro Stunde), zum Vergleich ist der n50-Wert bei älteren Häusern häufig höher als 10.

CAD

CAD steht als Abkürzung für die Bezeichnung **C**omputer **A**ided **D**esign oder zu deutsch Computer unterstütztes Zeichen. Mit entsprechenden Programme können dreidimensionale Werkstücke konstruiert werden, deren Konturdaten dann für die CNC-Programmierung genutzt werden können.

CE-Konformitätskennzeichnung

Viele europäische Richtlinien schreiben vor, dass Produkte mit der CE-Kennzeichnung (oft auch "CE-Zeichen" genannt) versehen werden müssen. Wer eine CE-Kennzeichnung an einem Produkt anbringt, erklärt hiermit gegenüber den Behörden, dass das Produkt allen geltenden europäischen Vorschriften entspricht und es den vorgeschriebenen Konformitätsbewertungsverfahren unterzogen wurde. Der Hersteller ist für die Einhaltung der europäischen Vorschriften und das Anbringen des CE-Zeichens verantwortlich. Dies gilt unabhängig davon, ob der Hersteller innerhalb oder außerhalb der europäischen Gemeinschaft ansässig ist.

Chemikalienverbotsverordnung

Verbote und Beschränkungen über das In-Verkehr-Bringen gefährlicher Stoffe, Zubereitungen und Erzeugnisse nach dem Chemikaliengesetz.

Den Gesetzestext finden Sie hier.

Chlorthalonil

Bei Chlorthalonil (chemischer Name: Tetrachlorisophthalonitril) handelt es sich um ein Fungizid, d. h. ein Mittel gegen Pilzbefall. Es hat eine sehr breite, protektive Wirkung und wird auch im Bereich des Pflanzenschutzes eingesetzt, z. B. bei Erdnüssen, Sojabohnen, Tabak, Gemüse und Getreide. Es wird auch gegen Kraut- und Knollenfäule bei Kartoffeln eingesetzt.

CNC

Die Abkürzung CNC steht für **C**omputerized **n**umerical **c**ontrol oder zu deutsch Computer-numersiche Steuerung. Damit sind Maschinensteuerungen mit einem integrierten Rechner gemeint.

CO2

CO2 steht für die chemische Formel von Kohlendioxid, dem wichtigsten Aussgangsstoff für die Bildung von Holz und anderen organischen Materialien.

Dezibel dB(A)

Bewertung der Lautstärke mit Hilfe des "A-bewerteten Schallpegels" in der Einheit Dezibel (dB). Der A-Schallpegel ist der mit der Bewertungskurve A nach DIN 45633, Blatt 1, bewertete Schallpegel. Eine Pegelerhöhung um 3 dB(A) bedeutet die Verdoppelung der Schallleistung, wird aber vom menschlichen Ohr nur graduell wahrgenommen. Eine Erhöhung um 10 dB empfindet der Mensch als eine Verdoppelung der Lautstärke.

Dichlofluanid

Chemischer Name: N'(Dichlor-fluor-methylthio)N',N-dimethyl-N-phenyl-Schwefelsäurediamid;

Es handelt sich bei dieser Substanz um ein Fungizid (Mittel gegen Pilzbefall) mit vorbeugender Wirkung. Es zeigt als Nebeneffekt auch Wirkung als Fraßgift gegen Insekten u. a..

Dichlormethan

Dichlormethan gehört zur Gruppe der chlorierten Kohlenwasserstoffe. Diese sind in der Regel stark akut und chronisch giftig. Sie wirken betäubend, Leber und Nieren schädigend und sind krebserzeugend.

diffusionsoffen - diffusionsdicht

Der Diffusionswiderstand wird als s_D-Wert gemessen. Er gibt an, um wie viel der jeweilige Stoff dichter ist als Luft. Ein diffusionsoffenes Material hat einen s_D-Wert von weniger als 0,2 m. Feuchteunterschiede zu beiden Seiten der Schicht können sich schnell ausgleichen.

Diffusionsdichte Schichten mit einem s_D-Wert von mehr als 1500 m schotten hingegen ab und lassen nur sehr wenig Feuchtigkeit durch.

Dispersion

Dispersion in der Chemie ist ein Gemenge aus mindestens zwei Stoffen, die sich nicht oder kaum ineinander lösen oder chemisch miteinander verbinden. Häufig handelt es sich um einen Grundstoff aus Wasser in dem nichtlösliche Bestandteile wie z. B. Fette zumeist unter Zuhilfenahme eines Hilfsmittels verteilt werden.

Druckentlastungsfläche

Druckentlastungsflächen dienen dazu, im Explosionsfall den Überdruck gezielt abzuleiten und damit die Standgefahr eines Silos oder Bunkers nicht zu gefährden. Die erforderlichen Druckentlastungsflächen ergeben sich aus den Vorgaben der VDI 3673. Bei einer Explosion und beim Ansprechen der Berstscheiben dürfen Personen durch fortgeschleuderte oder herabfallende Teile und durch mögliche Druck- und Flammenauswirkungen nicht gefährdet werden können.

EEG

Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (EEG - Erneuerbare-Energien-Gesetz) vom 29. März 2000

Emissionsklasse E1

Holzwerkstoffe müssen gewährleisten, dass durch sie der Formaldehydgehalt im Raum nicht über den maßgeblichen Grenzwert von 0,1 ppm der Chemikalienverbotsverordnung ansteigt. Dazu werden diese nach der Norm EN 13896 in verschiedene Emissionsklassen eingeteilt. In Deutschland dürfen nur Holzwerkstoffe der Emissionsklasse E 1 verbaut werden. Die Hersteller müssen den Formaldehydwert regelmäßig kontrollieren und ihre Plattenwerkstoffe mit der entsprechenden Emissionsklasse auszeichnen. Für Spanplatten darf der Perforatorwert max. 8,0 mg/100 g atro bei 6,5 % Holzfeuchte betragen. Bei Furnierplatten wird der Formaldehydgehalt im Gasanalyseverfahren gemessen. Dieser Wert darf 3,5 g HCOH/hm² nicht übersteigen.

Energetische Amortisationszeit

Die Energetische Amortisationszeit gibt an, wie lange es dauert, bis die eingesparte Energie eines Wärmedämmmaterials der dafür aufgewendeten Energie für die Herstellung entspricht.

EnEV

Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung - EnEV), vom 16. November 2001. Den Verordnungstext finden Sie hier.

Entsorgung

Unter Entsorgung von Abfällen wird sowohl die Beseitigung als auch die Verwertung von Abfällen verstanden.

Entsorgungsfachbetrieb

Ein Entsorgungsfachbetrieb ist nach § 52 Abs. 1 des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes ein besonders anerkannter Betrieb, der entweder berechtigt ist, das Gütezeichen einer anerkannten Entsorgergemeinschaft zu führen, oder der sich vertraglich gebunden hat, mindestens jährlich von einer technischen Überwachungsorganisation (z. B. TÜV, DEKRA) überprüft zu werden.

Entzündliche Flüssigkeiten

Entzündliche Flüssigkeiten weisen einen Flammpunkt von weniger als 55 °C auf.

Leicht entzündliche Flüssigkeiten haben ihren Flammpunkt bereits unter 21 °C bei Raumtemperatur.

Entzündliche Flüssigkeiten müssen brandschutztechnisch besonders gehandhabt werden.

Feuerbeständig

Brandschutzbereiche und brandgefährdete Bereiche müssen feuerbeständig abgetrennt werden. Dies ist in der DIN 4102 als F 90 geregelt. Die Konstruktion muss damit sicherstellen, dass sie mindestens 90 Minuten einem Feuer standhält, ohne ihre Funktion als trennendes oder tragendes Bauteil zu verlieren.

Feuerhemmend

Feuerhemmende Konstruktionen sind in der DIN 4102 als F 30 geregelt. Die Konstruktion muss damit sicherstellen, dass sie mindestens 30 Minuten einem Feuer standhält, ohne ihre Funktion als trennendes oder tragendes Bauteil zu verlieren.

Flammpunkt

Der Flammpunkt ist die niedrigste Temperatur, bei der sich aus einer Flüssigkeit Dämpfe in solchen Mengen entwickeln, dass sich mit der Luft ein durch Fremdzündung entflammbares Gemisch ergibt.

Formaldehyd

Formaldehyd gehört zur Gruppe der Aldehyde. Es ist ein farbloses, stechend riechende Gas, das sich sehr gut in Wasser und in Alkohl löst. Formaldehyd ist in geringer Konzentration ein natürlicher Bestandteil unserer Umwelt. Auch in Lebensmitteln ist Formaldehyd in kleinen Mengen enthalten. Industriell wird Formaldehyd als Harz für die Verleimung von Spanplatten und als Desinfektions- und Konservierungsmittel eingesetzt.

Fossile Energieträger

Fossil nennt man Vorgänge und Erscheinungen, die einer früheren geologischen Epoche angehören. Eröl und Kohle entstanden aus organischem Material. Uran zählt nicht zu den fossilen Energieträgern.

Unter „fossilen Energieträgern" versteht man Braunkohle, Steinkohle, Erdgas, Erdöl

Fugendurchlässigkeit

Die Luftdurchlässigkeit (Winddichtigkeit) einer Fugenkonstruktion wird durch den Fugendurchlasskoeffizienten a gekennzeichnet. Der a-Wert gibt an, wie viel Kubikmeter Luft in einer Stunde durch eine 1 m lange Fuge bei einer Druckdifferenz von 1 daPa hindurchströmt.

fungizid

Ein Fungizid ist eine Substanz, mit der Pilze abgetötet werden können. Fungizide können deshalb zur vorbeugenden Behandlung von Anstrichuntergründen und zur Bekämpfung von Pilzbewuchs (Bläuepilz im Holz, Schimmelpilz an Wandflächen) eingesetzt werden.

Gasanalysewert

Bei Roh-Sperrholz und bei beschichteten Holzwerkstoffen erfolgt die Klassifizierung über Gasanalysewerte nach EN 717-2: Holzwerkstoffe - Bestimung der Formaldehydabgabe, Teil 2: Formaldehydabgabe nach der Gasanalyse-Methode. Damit werden die Sperrhölzer eine Emissionsklasse zugeordnet. In Deutschland dürfen nur Platten der Emissionsklasse E1 in den Handel gebracht werden.

Gefahrstoffe

Werk-, Betriebs- oder Hilfsstoffe, die ein besonderes Gefahrenpotenzial aufweisen. Gefahrstoffe umfassen zum einen gefährliche Stoffe und Zubereitungen, die beispielsweise giftig, ätzend oder reizend sind. Zu erkennen sind sie am Gefahrensymbol: orangenes Feld mit schwarzem Pictogramm, z.B. Flamme für entzündlich, Totenschädel für giftig etc.. Die Gefahrensymbole mit Beispielen sind im Bereich Recht > Gefahrstoffe und Gefahrgut > Gefahrstoffe > Umgang > Kennzeichnung aufgeführt. Zum anderen können Gefahrstoffe zusätzliche Eigenschaften aufweisen, beispielsweise explosionsfähig sein oder Krankheitserreger übertragen (§19 Abs. 2 ChemG).

GefStoffV

Verordnung zum Schutz vor gefährlichen Stoffen (GefStoffV - Gefahrstoffverordnung) Neufassung vom 23. Dezember 2004

Den Gesetzestext finden Sie hier

Gefährdungsbeurteilung

Gemäß § 5 ArbSchG muss der Arbeitgeber beurteilen, welche Gefährdungen für die Beschäftigten in seinem Betrieb mit ihrer Arbeit verbunden sind. Durch die Gefährdungsbeurteilung sollen also Ursachen für Arbeitsunfälle und arbeitsbedingte Gesundheitsbeeinträchtigungen erkannt und hinsichtlich Art und Umfang eines möglichen Schadens bewertet werden.

Gefährdungsklassen

Durch die DIN 68 800 "Holzschutz im Hochbau" Teil 3 werden eindeutige Vorgaben gemacht, in welchen Bereichen ein besonderer Holzschutz erforderlich ist. In fünf verschiedene Klassen werden die spezifischen Gefährdungen definiert. Daraus ergeben sich folgende Vorgaben für den Holzschutz:

Gefährdungsklasse	Beanspruchung	Prüfprädikat
0	Innen verbautes Holz, ständig trocken	-
1	Innen verbautes Holz, ständig trocken	Iv
2	Holz, das weder dem Erdkontakt noch direkt der Witterung oder Auswaschung ausgesetzt ist, vorübergehende Befeuchtung möglich	Iv, P
3	Holz, das der Witterung ausgesetzt ist, aber ohne Erdkontakt	Iv, P, W
4	Holz in dauerndem Erdkontakt oder ständiger starker Befeuchtung ausgesetzt	Iv, P, W, E

Iv = gegen Insekten vorbeugend wirksam
P = gegen Pilze vorbeugend wirksam (Fäulnisschutz)
W = Witterungskontakt, ohne ständigen Erd- und Wasserkontakt
E = ständiger Erd- und Wasserkontakt

Zukünftig wird **im Rahmen der europäischen Normung EN 335-2 der Begriff "Gefährdungsklasse" durch den Begriff "Gebrauchsklasse" ersetzt** werden. Dabei wird die die Gefährdungsklasse 4 zusätzlich um eine weitere Klasse erweitert, bei der es vorrangig um die Belastung durch Meerwasser geht.

Gefährdungsstufen

Die Berufsgenossenschaften haben aufgrund der Auswertung der Unfälle und Störungen in ihren Mitgliedsbetrieben die einzelnen Arbeitsprozesse verschiedenen Gefährdungsstufen zugeordnet.

Die **Risiken sind in die Gefährdungsstufen** I, II und III eingeteilt. Es bedeuten im Einzelnen:

I (hoch) Sehr häufig leichtere Unfälle/Gesundheitsschäden oder relativ oft schwere Unfälle/Gesundheitsschäden zu erwarten.
II (erheblich) Häufig leichtere Unfälle/Gesundheitsschäden oder relativ selten schwere Unfälle/Gesundheitsschäden zu erwarten.
III (gering) Selten leichte Unfälle/Gesundheitsschäden oder nur in extremen Ausnahmefällen schwere Unfälle/Gesundheitsschäden zu erwarten.

GewAbfV

Verordnung über die Entsorgung von gewerblichen Siedlungsabfällen und von bestimmten Bau- und Abbruchabfällen, GewAbfV - Gewerbeabfallverordnung vom 19. Juni 2002.
Den Verordnungstext finden Sie hier.

GPSG

Gesetz über technische Arbeitsmittel und Verbraucherprodukte (GPSG - Geräte- und Produktsicherheitsgesetz) vom 6. Januar 2004.
Den Gesetzestext finden Sie hier.

HC

Unter HC versteht man Verbindungen, die aus Kohlenstoff und Wasserstoff bestehen. Sie sind die Stammkörper aller organischen Verbindungen; die niederen Glieder sind geruchlose brennbare Gase, die mittleren meist benzin- und petroleumartige Flüssigkeiten, die höheren feste Stoffe; man unterscheidet aliphatische, alicyclische und aromatische Verbindungen. Kohlenwasserstoffe haben u. a. als Kraftstoffe oder Brennstoffe große Bedeutung (Erdgas, Propan, Benzin, Heizöl usw.).

Bei Verbrennung werden damit unvollständig verbrannte Holzbestandteile bezeichnet, die nicht vollständig zu Kohlendioxid weiteroxidiert sind. Sie haben einen teerartigen Eigengeruf und sind sehr giftig.

Holzschutzmittel

Die Altholzverordnung definiert Holzschutzmittel als bei der Be- und Verarbeitung des Holzes eingesetzte Stoffe mit biozider Wirkung gegen Holz zerstörende Insekten oder Pilze sowie Holz verfärbende Pilze, ferner Stoffe zur Herabsetzung der Entflammbarkeit von Holz.

Holzstaub - Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz

Die Informationsschrift der Holzberufsgenossenschaft beschreibt ausführlich alle Gefährdungen durch Holzstaub in holzverarbeitenden Betrieben und welche technischen und organisatorischen Lösungsmöglichkeiten bestehen, die Belastung und Risiken für die Mitarbeiter und Umwelt weitestgehend zu minimieren.

Die BGI 739 kann hier heruntergeladen werden.

HVLP-Technik

High Volume Low Pressure Spritztechnik. Mit dieser druckreduzierten Spritztechnik lässt sich der Anteil fehlverspritzten Lackes verringern.

Details siehe hier.

Immissionsgrenzwerte

Einwirkungen von Luftverunreinigungen (das sind Veränderungen der natürlichen Zusammensetzung der Luft, insbesondere durch Ruß, Staub, Gase, Aerosole, Dämpfe, Geruchsstoffe) bzw. von Geräuschen, Erschütterungen, Licht, Wärme, Strahlen sowie ähnlichen Erscheinungen (z. B. Krankheitserreger) auf die belebte und/oder die unbelebte Umwelt. Die Immissionsrichtwerte entsprechen messtechnischen Normen, deren Einhaltung eine schädliche Umwelteinwirkung durch Luftverunreinigungen oder Lärm weitestgehend ausschließen soll.

Insektizid

Ein Insektizid ist eine chemische Substanz, die tierische Schädlinge bekämpft. Es kann in Holz oder anderen organischen Stoffen wie Baumwolle o. ä. eingesetzt werden. Das Insektizid kann vorbeugend eingebracht oder bei Befall durch einen Schädling auch bekämpfend eingesetzt werden.

Kohlenmonoxid

Kohlenmonoxid, chemisch CO, entsteht aus der unvollständigen Verbrennung von organischen Materialien wie Holz, Öl, Gas, Pflanzen usw. Bei einer vollständigen Verbrennung entsteht Kohlendioxid. CO ist damit ein guter Indikator für die Güte der Verbrennung. Kohlenmonoxid selbst ist ein geruchloses Gas, das sehr giftig ist.

Konvektion

Wärmeunterschiede in einem Raum oder zwischen zwei Räumen führen zu Luftbewegungen, mit denen die Unterschiede ausgeglichen werden sollen. Konvektionsheizungen basieren darauf, dass sie warme Luft punktuell erzeugen, die dann durch die Luftbewegung sich im Raum verteilt.

KrW-/AbfG

Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Beseitigung von Abfällen KrW-/AbfG - Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz Vom 27. September 1994.
Den Gesetzestext finden Sie hier.

Lastenhandhabungsverordnung

Die Lastenhandhabungsverordnung gilt für die manuelle Handhabung von Lasten, die aufgrund ihrer Merkmale oder ungünstiger ergonomischer Bedingungen für die Beschäftigten eine Gefährdung für Sicherheit und Gesundheit, insbesondere der Lendenwirbelsäule, mit sich bringt.

Lindan

Lindan, chemisch gamma-Hexachlorcyclohexan, ist ein chlorierter Kohlenwasserstoff mit insektizider Wirkung. Bis 1985 enthielten ca. 45 % der amtlich zugelassenen Holzschutzmittel diesen Wirkstoff in Konzentrationen zwischen 0,4 % und 15 %. Weitere Informationen zu Lindan finden Sie in der Stoffdatenbank "GESTIS" der Länder.

Lux - Beleuchtungsstärke

Die Beleuchtungsstärke ist der Quotient aus dem auf eine Fläche auftreffenden Lichtstrom und der Größe dieser Fläche. Sie wird in der Einheit Lux angegeben.

Lyctusbefall

Unter Lyctus wird ein tierischer Holzschädling verstanden. Häufig wird er durch Holzteile importiert. Er wird auch Parkettkäfer genannt und befällt trockenes, verbautes Holz. Betroffen sind überwiegend tropisches Holz oder Laubholz, hiervon das Splintholz. Die Fraßgänge bleiben bei unversehrter Oberfläche lange unentdeckt, da kein Bohrmehl herausrieselt. Nadelholz wird in der Regel nicht angegriffen. In fortgeschrittenem Stadium können sich auch erhebliche Schäden am Kernholz ergeben.

MAK-Wert

Der MAK-Wert (maximale Arbeitsplatzkonzentration) ist die höchstzulässige Konzentration eines Arbeitsstoffs (Schadstoffs) in der Luft im Bereich des Arbeitsplatzes. Die MAK-Werte sind in den Sicherheitsdatenblättern der jeweiligen Einsatzstoffe festgehalten.

Nach dem gegenwärtigen Stand der Kenntnis wird bei dieser Konzentration auch bei wiederholter und langfristiger (in der Regel täglicher 8-stündiger) Exposition bei 40-stündiger Wochenarbeitszeit, im allgemeinen die Gesundheit der Beschäftigten nicht beeinträchtigt und diese nicht unangemessen belästigt.

Wichtig: Die MAK-Werte sind mit der neuen GefStoffV durch die Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW) ersetzt worden. Solange die Technischen Regeln und die Sicherheitsdatenblätter noch nicht aktualisiert wurden, können die MAK-Werte als Richtwert für den AGW herangezogen werden.

Nennwärmeleistung

Als Nennwärmeleistung wird die Wärmeabgabe einer Feuerungsanlage bezeichnet, die im Heizsystem genutzt werden kann. Die Wärmeabgabe wird als Leistungseinheit in Kilowatt kW gemessen.

Overspray

Als Overspray bezeichnet man bei verschiedenen Sprühapplikationen den Anteil des aufgesprühten Mediums, der nicht auf das Bauteil und somit in die Umgebung gelangt. Dies betrifft Lackiertechniken ebenso wie z. B. das Aufsprühen eines Schmierfilms mittels Minimal-Schmierung. Die Overspray-Verluste hängen sowohl von der Bauteilgeometrie als auch von der verwendeten Sprühtechnologie ab. Durch unterstützende Techniken (z. B. Elektrostatik beim Lackieren) und moderne Sprühtechniken wie z. B. ein führender Luftmantel um den eigentlichen Sprühstrahl (HVLP-Technik) kann der Oversprayanteil erheblich reduziert werden.

PAK

Das Kürzel PAK steht für die Stoffgruppe der polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffverbindungen, die mehrere hundert Verbindungen umfasst. Diese organischen Verbindungen entstehen bei der (unvollständigen) Verbrennung von organischen Materialen und sind inzwischen über ihren Lufttransport auf der ganzen Welt zu finden. Viele PAK's sind nachweislich krebserzeugend (karzinogen).

Pentachlorphenol (PCP)

Starkes Breitband-Gift für Mikroorganismen, Pflanzen, Insekten und Fische. PCP wird über den Magen-Darmtrakt, die Atmungsorgane und vor allem über die Haut aufgenommen. Beim Menschen können langanhaltende Belastungen zu Hauterkrankungen, Leberstörungen und einer Schwächung des Immunsystems führen. Betroffene klagen außerdem über Kopfschmerzen, Müdigkeit und Schlafstörungen. PCP ist Krebs erzeugend. Die Anwendung von PCP wurde in Deutschland Ende der 70er Jahre verboten.

Per

Per gehört zur Gruppe der chlorierten Kohlenwasserstoffe. Diese sind in der Regel stark akut und chronisch giftig. Sie wirken betäubend, Leber und Nieren schädigend und sind krebserzeugend.

Perforatorwert

Bei Roh-Span- und Roh-Faserplatten erfolgt die Klassifizierung über Perforatorwerte nach DIN EN 120 - Holzwerkstoffe - Bestimmung des Formaldehydgehalts, Extraktionsverfahren genannt Perforatormethode - Ausgabe August 1992. Er wird ermittelt, um die Spanplatten einer Emissionsklasse zuzuordnen. Nur Platten der Emissionsklasse E1 dürfen in den Handel kommen.

Personentag

Ein Personentag umfasst die Arbeitsleistung einer Person über eine Arbeitsschicht.

pH-Wert

Maß dafür, wie sauer oder basisch eine Flüssigkeit reagiert
Definition.

Polychlorierte Biphenyle (PCB)

Polychlorierte Biphenyle (PCB) gehören zur Gruppe der chlorierten Kohlenwasserstoffe. Es handelt sich um chemische Verbindungen, die wegen ihrer guten physikalischen und chemischen Eigenschaften (hohe Hitzebeständigkeit, geringe elektrische Leitfähigkeit, geringe Wasserlöslichkeit, gute Löslichkeit in Fett) in vielen Bereichen eingesetzt werden können, z.B. in Klebstoffen, Transformatoren oder in Hydraulikölen.

PCB sind aber gleichzeitig in hohem Maße umweltschädlich, da sie giftig und schwer abbaubar sind. Auf Grund ihrer Resistenz gegen biologischen Abbau und der guten Fettlöslichkeit reichern sie sich in der Nahrungskette an. Die Aufnahme von PCB kann zu Lidschwellungen, Chlorakne, Hautpigmentierung, Sehstörungen, Schwäche und Müdigkeit führen.

Es wird geschätzt, dass seit 1930 rund 23.000 Tonnen PCB umweltzugänglich, zum Beispiel in Klebstoffen, Farben, Schmier- oder Imprägniermitteln eingesetzt wurden und so zum Teil in die Umwelt gelangen konnten. Seit 1978 ist die Verwendung von PCB in diesen so genannten "offenen Systemen" verboten. In geschlossenen Systemen, in Transformatoren oder Kondensatoren, wurden die Stoffe jedoch weiter eingesetzt. Seit 1983 werden in Deutschland keine PCB mehr hergestellt, seit 1989 sind sie verboten.

ppm

Maßeinheit um die Konzentration eines Stoffes in einem Gas zu beschreiben. Dabei wird als Einheit dargestellt, wie viele Atome des Stoffes auf 1 Million Atome des umgebenden Gases vorhanden sind.

PSA-Benutzungsvordnung

Die PSA-Benutzungsverordnung gilt für die Bereitstellung persönlicher Schutzausrüstungen durch Arbeitgeber sowie für die Benutzung persönlicher Schutzausrüstungen durch Beschäftigte bei der Arbeit. Den Verordnungstext finden Sie hier.

PVAC-Leime

Polyvenylacetat entsteht durch die Vernetzung von Vinylacetat (aus Acetylen und Essigsäure). Der Kunststoff ist harzartig und weist einen sehr niedrigem Erweichungspunkt auf. PVAC-Leime werden auch als Weißleime bezeichnet. Das Polyvenylacetat ist dabei im Wasser in Form von kleinen Kunststoffkügelchen verteilt.

R-Sätze

Risikosätze beschreiben die Umwelt- und Gesundheitsgefahren durch chemische Stoffe. Sie sind im Anhang III der EU-Richtlinie 67/548/EWG festgelegt.

Radon

Radon ist ein Gas und wird in der Natur aus uranhaltigen Gestein freigesetzt. Es entsteht durch den Zerfall von Uran und Thorium im Boden. Über die Keller gelangt das aufsteigende Gas auch in Wohnräume. Mit der Atemluft aufgenommen gefährdet Radon die Gesundheit. Es besteht ein erhöhtes Lungenkrebsrisiko.

RAL

RAL - Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V. RAL ist die alleinige Vergabestelle für das Umweltzeichen Blauer Engel. Als gemeinsame Initiative gründeten die Privatwirtschaft und die damalige Regierung der demokratischen Weimarer Republik 1925 den Reichs-Ausschuss für Lieferbedingungen (RAL). Seine Aufgabe bestand ursprünglich in der Vereinheitlichung präziser technischer Lieferbedingungen mit dem Ziel der Rationalisierung. Heute ist RAL die anerkannte Kompetenz für verlässliche Kennzeichnung von Produkten und Dienstleistungen.

Resistenzklassen

Entsprechend der Widerstandsfähigkeit der einzelnen Holzarten gegenüber tierischen und pflanzlichen Schädlingen werden diese in 5 verschiedene Resistenzklassen eingeteilt. Für die Resistenzklasse 1 gelten die höchsten Anforderungen während die Klasse 5 nur einen sehr geringen Schutz bietet. Die Resistenzklassen für die verschiedenen Hölzer sind in der Norm DIN EN 350 Teil 2 aufgelistet. Die Resistenz eines Holzes wird im wesentlichen von den Holzinhaltsstoffen bestimmt. Sie stellen mehr oder weniger starke biologische Gifte dar, um sich der Schädlinge erwehren zu können.

Sachkundiger

Sachkundiger ist, wer aufgrund seiner fachlichen Ausbildung und Erfahrung ausreichende Kenntnisse auf dem Gebiet der jeweiligen Einrichutung oder Anlage hat und mit den einschlägigen staatlichen Arbeitsschutzvorschriften, Unfallverhütungsvorschriften, Richtlinien und allgemein anerkannten Regeln der Technik soweit vertraut ist, dass er den arbeitssicheren Zustand der jeweiligen Einrichtung oder Anlage beurteilen kann.

Eine befähigte Person im Sinne der Betriebssicherheitsverordnung ist eine Person, die durch ihre Berufsausbildung, ihre Berufserfahrung und ihre zeitnahe berufliche Tätigkeit über die erforderlichen Fachkenntnisse zur Prüfung der Arbeitsmittel verfügt.

Sachverständiger

Sachverständiger ist, wer aufgrund seiner fachlichen Ausbildung und Erfahrung besondere Kenntnisse auf dem Gebiet der jeweiligen Einrichtung oder Anlage hat und mit den einschlägigen Vorschriften und allgemein anerkannten Regeln der Technik vertraut ist. Er soll die jeweilige Einrichtung oder Anlage prüfen und gutachterlich beurteilen können. Dazu muss er als zugelassene Stelle europaweit akkreditiert sein.

Schalldruckpegel

Der Schalldruckpegel Lp gibt die Größenordnung des Verhältnisses zweier Schalldrücke p1 und p0 wieder. Der Schalldruckpegel ist als logarithmierte Feldgröße des Schalldrucks eine **ortsabhängige** physikalische Größe. Typischerweise wird er in einem Meter Abstand zu einem Schallerzeuger gemessen.

Schallleistungspegel

Der Schallleistungspegel ist als logarithmierte Größe der Schallleistung eine integrale Größe, die den akustischen Energiefluss einer Schallquelle durch eine sie umgebende Hüllfläche charakterisiert. Der Schallleistungspegel ist also – im Gegensatz zum Schalldruckpegel – nicht ortsabhängig!

Schlagregendichtheit

Nach der Norm EN 12208 werden 10 Klassen für die Schlagregendichtigkeit definiert von 0 - 9. Sie unterscheiden sich im Hinblick auf den Prüfdruck, bei dem sie noch eine ausreichende Dichtheit aufwiesen. Er reicht von 50 - 600 Pascal.

Schutzart

Leuchten und andere elektrische Geräte müssen ggf. gegen das Eindringen von Fremdkörpern und/oder Wasser geschützt sein. Die Schutzart wird mit einem Kurzzeichen dargestellt, das sich aus den Buchstaben IP ([engl.] international protection) und zwei Ziffern zusammensetzt (1. Ziffer: Berührungsschutz, 2. Ziffer: Wasserschutz).

IP 20:
Schutz gegen das Eindringen fester Körper mit einem Durchmesser größer 12 mm.
Kein besonderer Schutz gegen das Eindringen von Wasser.

IP 44:
Schutz gegen das Eindringen fester Körper mit einem Durchmesser größer 1 mm.
Schutz gegen Spritzwasser (aus allen Richtungen).

IP 54:
Schutz gegen das Eindringen schädlicher Staubablagerungen (staubgeschützt).
Schutz gegen Spritzwasser (aus allen Richtungen).

IP 65:
Vollständiger Schutz gegen das Eindringen von Staub.
Schutz gegen Eindringen von Strahlwasser.

sd-Wert

Dicke einer ruhenden Luftschicht, die den gleichen Wasserdampf-Diffusionswiderstand besitzt wie die betrachtete Bauteilschicht bzw. das aus Schichten zusammengesetzte Bauteil. Sie bestimmt den Widerstand gegen Wasserdampfdiffusion. Die wasserdampfdiffusionsäquivalente Luftschichtdicke ist eine Schicht- bzw. Bauteileigenschaft. Sie ergibt sich aus der Multiplikation der Schichtdicke des Bauteils mit dessen Wasserdampfdurchlasswiderstand.

Sicherheitsdatenblätter

In den Sicherheitsdatenblättern für Gefahrstoffe befinden sich Hinweise zum Gefährdungspotenzial und zum sicheren Umgang mit den Stoffen. Aufbau und Inhalte sind durch die EG-Richtlinie 91/155/EWG vorgegeben.

Sick-Building-Syndrom

Unter Sick-Building-Syndrom (SBS) versteht man ein unspezifisches Krankheitsbild, unter dem vor allem Bewohner von neu gebauten oder renovierten Häusern leiden (in Deutsch wetwa "Krankheitsbild, das durch gesundheitsbelastende Gebäude verursacht ist"). Als typische Symptome gelten: ausgetrocknete Schleimhäute, trockene Haut, Juckreiz, verstopfte und tropfende Nasen, tränende Augen, Kopfschmerzen, Erschöpfungszustände, Konzentrationsstörungen, Übelkeit, Schwindel und eine unspezifische Überempfindlichkeit gegen Chemikalien.

Sonderabfälle

Abfälle, die aufgrund ihrer Menge oder ihrer Inhaltsstoffe als besonders überwachungsbedürftig eingestuft sind. Auf Basis des europäischen Abfallverzeichnisses sind diese in der deutschen Abfallverzeichnis Verordnung (AVV) nach Herkunftsbereichen aufgelistet.

Sprühwasserlöscheinrichtung

Sprühwasserlöscheinrichtungen dienen dazu, eingebrachtes Löschwasser sehr gezielt dem Brandherd zuzuführen. Dies kann durch eine trockene Löschwasserleitung erfolgen, die einen Anschluss für die Feuerwehr besitzt oder durch Leitungen, die permanent an das Wassernetz angeschlossen sind und im Brandfall automatisch auslösen.

Stand der Technik

In einigen Umweltgesetzen (vgl. § 7a Wasserhaushaltsgesetz, § 5 Nr. 2 BImSchG) gebräuchliche Bezeichnung für den Entwicklungsstand fortschrittlicher Verfahren, Einrichtungen und Betriebsweisen, deren praktische Eignung bei der Bekämpfung von Umweltbelastungen als gesichert erscheint. Maßnahmen nach dem Stand der Technik sollen den besten zur Zeit realisierbaren Schutz der Umwelt vor Schädigungen garantieren.

Ein weitergehender Begriff ist "Stand von Wissenschaft und Technik" für Anlagen, die noch nicht im Betrieb erprobt sind. In Zuge der technologischen Entwicklung werden Anlagen des Standes von Wissenschaft und Technik schrittweise zum Stand der Technik, so dass in Genehmigungsverfahren unterschiedliche Auffassungen zwischen Antragssteller und Behörde über die anzuwendende Technologie ergeben können.

Standöl

Standöl ist ein unter Sauerstoffabschluss und unter großer Hitze "dickgekochtes" Öl. Es handelt sich dabei um ein gut trocknendes Bindemittel.

Staplerschein

Fahrer von Flurförderzeugen sind für diese Tätigkeit ausgebildet und befähigt, wenn sie nach dem BG-Grundsatz "Ausbildung und Beauftragung der Fahrer von Flurförderzeugen mit Fahrersitz und Fahrerstand" (BGG 925, bisherige ZH 1/554) geschult worden sind, eine Prüfung in Theorie und Praxis bestanden haben und darüber einen Nachweis vorlegen können.
Vor Erteilung der schriftlichen Beauftragung ist sowohl eine gerätespezifische Einweisung, als auch eine Unterweisung in Bezug auf die betrieblichen Gegebenheiten erforderlich. Die Beauftragung kann z. B.
durch einen Fahrerausweis erfolgen und gilt immer nur für den Betrieb, für den die Beauftragung erteilt wurde. Der Fahrerausweis ist nicht auf andere Betriebe übertragbar.

Stickoxide

Die Gase Stickstoffmonoxid (NO) und Stickstoffdioxid (NO2) werden unter dem Begriff NOx (Stickoxide) zusammengefasst. Bei allen Verbrennungsvorgängen entstehen Stickoxide (NOx) als Verbindung zwischen dem Stickstoff der Luft und dem Sauerstoff, aber auch durch Oxidation von stickstoffhaltigen Verbindungen, die im Brennstoff enthalten sind.

Stickstoffmonoxid (NO) ist ein farbloses Gas, das an Luft sofort zu NO2 oxidiert wird. Je höher die Verbrennungstemperatur ist, desto höher ist die Stickoxid-Bildung. Bei allen Verbrennungsvorgängen wird NO abgegeben, das in der Luft weiter zu dem gesundheitsschädlicheren NO2 reagiert. Aus NO2 kann sich Salpetersäure bilden, die etwa zu einem Drittel an der Bildung des sauren Regens (Waldsterben) beteiligt ist.

Stickstofdioxid

Stickstofdioxid ist ein rotbraunes, eigenartig riechendes, sehr giftiges Gas. Es kondensiert bei 21,2 °C zu einer rotbraunen Flüssigkeit. Es entsteht beim Erhitzen von Schwermetallnitriten z. B. beim autogenen Schweißen.

TA-Luft

Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes–Immissionsschutzgesetz
(Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) vom 24. Juli 2002

Den Text finden Sie hier.

TA-Lärm

Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz -Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm -, vom 26. August 1998

Den Gesetzestext finden Sie hier.

Temperaturleitzahl

Die Temperaturleitzahl a stellt das Verhältnis aus dem Wärmedämmvermögen und dem Wärmespeichervermögen dar. Sie wird folgendermaßen ermittelt:

a (10-4m²/h) = Dämmvermögen / (Rohdichte * spez. Wärmekapazität)

Topfzeit

Als Topfzeit wird die Verarbeitszeit eines Klebers bezeichnet, die zwischen dem Anmischen eines Klebstoffs und dem Ende der Verarbeitbarkeit liegt.

toxikologisch

Die Toxikologie betreffend, also aus Gründen der Giftigkeit eines Stoffes.

TRGS

TRGS - Technische Regeln Gefahrstoffe. Unter dieser Bezeichnung sind mehrere themen- und stoffbezogene Vorschriften zum Umgang mit Gefahrstoffen zusammengefasst (Kühlschmierstoffe, Acetylen usw.).

Die Technischen Regeln finden Sie hier

TRGS 420 "Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen durch Gefahrstoffe am Arbeitsplatz"

Die TRGS 420 beschreibt, nach welchen Verfahren Gefahrstoffe am Arbeitsplatz zu ermitteln und zu beurteilen sind.

TRGS 420 (pdf, 420 kB)

TRGS 519

Die Technische Regel Gefahrstoffe TRGS 519 Asbest - Abbruch-, Sanierungs- oder Instandhaltungsarbeiten enthält die Vorgaben zum Umgang mit Asbest gemäß dem Stand der sicherheitstechnischen, arbeitsmedizinischen sowie hygienischen Erkenntnisse.

Den Text der TRGS 519 finden Sie hier.

TRGS 553 "Holzstaub"

Sofern Gefahrstoffe im Betrieb vorliegen, hat der Arbeitgeber die Verpflichtung diese messtechnisch zu erfassen und im Hinblick auf die Gefährdung zu bewerten. Speziell für den Bereich Holzstaub wurde eine eigene Technische Richtlinie geschaffen, um die Messverpflichtungen soweit wie mögliche durch technische Anforderungen ersetzen zu können. In der TRGS 553 werden deshalb alle technischen Voraussetzungen beschrieben, damit Maschinen und Absauganlage als "staubarm" eingestuft werden können. Staubarme Arbeitsbereiche gewährleisten die dauerhaft sichere Einhaltung des Grenzwertes für Holzstaub (TRK-Wert 2,0 mg/m^3).

Die TRGS 553 kann hier heruntergeladen werden.

TRK-Wert

Technische Richtkonzentration: Die Konzentration eines Stoffes in der Luft am Arbeitsplatz, die nach dem Stand der Technik erreicht werden kann. TRK-Werte werden für Stoffe vergeben, die schon in geringsten Mengen schädliche Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit haben können, für die also kein Grenzwert angegeben werden kann, unterhalb dessen keine schädlichen Gesundheitseffekte zu erwarten sind.

TRK- Werte werden in der neuen Gefahrstoffverordnung nicht mehr angewandt. Sie werden durchgängig durch Arbeitsplatzgrenzwerte, die weitgehend mit MAK-Werten identisch sind, ersetzt.

TVOC

TVOC bedeutet Total Volatile Organic Compounds, zu Deutsch wird damit die Abkürzung für Gesamtkonzentration an flüchtigen, organischen Verbindungen in der Luft beschrieben.

Unfallverhütungsvorschrift

Unfallverhütungsvorschriften (UVV) werden von den Berufsgenossenschaften und anderen Trägern der gesetzlichen Unfallversicherung erlassen und müssen von Unternehmern und allen Beschäftigten beachtet werden. Sie enthalten Sicherheitsanforderungen an die betrieblichen Einrichtungen (Arbeitsmittel, Anlagen, Geräte, Arbeitsplätze usw.) und verlangen Anordnungen und Maßnahmen des Unternehmers zur Unfallverhütung; für die Beschäftigten beschreiben sie Verhaltenspflichten. Sie legen arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen fest und regeln Fragen der innerbetrieblichen Arbeitssicherheitsorganisation sowie der Ersten Hilfe.

Unterweisung

Die Unterweisungen der Beschäftigten zum Schutz vor Gefahren müssen vor der Beschäftigung und danach mindestens einmal jährlich mündlich und arbeitsplatzbezogen erfolgen (s. Gefahrstoff-Verordnung). Inhalt und Zeitpunkt der Unterweisungen sind schriftlich festzuhalten und von den Unterwiesenen durch Unterschrift zu bestätigen. Der Nachweis der Unterweisung ist zwei Jahre aufzubewahren.

VAwS

Verordnung des jeweiligen Bundeslandes über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen.
Die VAwS von Baden-Württemberg finden sie hier.

VDI

Der VDI ist der Verein deutscher Ingenieure. Er entwickelt unter anderem verbindliche Regeln, die einheitliche Standards im Bereich der industriellen Umwelt etablieren.

Verpackungen

Im deutschen Recht (VerpV) werden verschiedene Verpackungen unterschieden:

- **Verkaufsverpackungen**: Verpackungen, die als eine Verkaufseinheit angeboten werden und beim Endverbraucher anfallen (z. B. Tetrapack der Milch). Verkaufsverpackungen im Sinne der Verordnung sind auch Verpackungen des Handels, der Gastronomie und anderer Dienstleister, die die Übergabe von Waren an den Endverbraucher ermöglichen oder unterstützen (Serviceverpackungen) sowie Einweggeschirr und Einwegbestecke.
- **Umverpackungen**: Verpackungen, die als zusätzliche Verpackungen zu Verkaufsverpackungen verwendet werden und nicht aus Gründen der Hygiene, der Haltbarkeit oder des Schutzes der Ware vor Beschädigung oder Verschmutzung für die Abgabe an den Endverbraucher erforderlich sind.
- **Transportverpackungen**: Verpackungen, die den Transport von Waren erleichtern, die Waren auf dem Transport vor Schäden bewahren oder die aus Gründen der Sicherheit des Transports verwendet werden und beim Vertreiber anfallen.

VerpackV

Verordnung über die Vermeidung und Verwertung von Verpackungsabfällen, VerpackV - Verpackungsverordnung vom 27. August 1998.
Den Gesetzestext finden Sie hier.

Versiegelung

Eine Versiegelung schützt die Holzoberfläche vor Beschädigungen und erleichtert die Reinigung. Es gibt sowohl Imprägniersiegel (Öl-Kunstharzbasis), als auch filmbildende Versiegelungsmittel (auf Polyurethanharzbasis).

Verteilzeiten

Unter Verteilzeiten werden die Zeitanteile verstanden, die nicht der direkten Fertigung oder dem konkreten Rüsten von Maschinen zugeordnet werden können. Darunter fallen Suchvorgänge, Transporte, Informationsgespräche u. ä. Diese Zeitanteile sind im Handwerk außerordentlich hoch.

Viskosität

Die Viskosität bezeichnet die innere Reibung in einer Flüssigkeit. Je dünnflüssiger ein Stoff ist, desto kleiner ist seine Viskosität, während hochviskose Stoffe entsprechend dickflüssiger sind.

Wasserdampfdiffusionswiderstand

Der Wasserdampfdiffusionswiderstand beschreibt als Materialkonstante die dampfbremsende Wirkung der einzelnen Baustoffe. Der Widerstand wird dabei als Verhältniszahl angegeben bezogen auf den Diffusionswiderstand von Luft.

Wassergefährdende Stoffe

Wassergefährdende Stoffe im Sinne des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) sind feste, flüssige und gasförmige Stoffe, insbesondere Säuren, Laugen, Mineralöle, flüssige sowie organische Verbindungen, Gifte, die geeignet sind, nachhaltig die physikalische, chemische oder biologische Beschaffenheit des Wassers nachteilig zu verändern.

Wassergefährdungsklasse (WGK)

Die Wassergefährdungsklasse (WGK) gibt an, ob ein Stoff Wasser dauerhaft schädlich verändern kann. Schwach wassergefährdende Stoffe (Scheibenreiniger, Bremsflüssigkeit) haben die WGK 1, wassergefährdende Stoffe (Diesel, Kaltreiniger, Motoröl) die WGK 2 und stark wassergefährdende Stoffe (Benzin, verunreinigtes Altöl) die WGK 3. Welche WGK einem Stoff zugeordnet wurde, erfahren Sie aus dem zum Stoff gehörenden Sicherheitsdatenblatt.

Wärmedurchlasswiderstand

Der Wärmedurchlasswiderstand eines einschichtigen Bauteils ergibt sich aus dem Verhältnis der Dicke der Schicht s im Verhältnis zu seiner Wärmeleitfähigkeit λ.

Bei Mehrschichtigen Bauteilen wird der Wärmedurchlasswiderstand jeder einzelnen Schicht addiert zum Gesamtwiderstand des Bauteils.

Wärmeleitfähigkeit

Die Wärmeleitfähigkeit ist das Vermögen eines Festkörpers, einer Flüssigkeit oder eines Gases, Wärmeenergie zu transportieren. Die Geschwindigkeit, mit der beim Erwärmen eines Stoffes die Wärmeenergie von einem Teilchen auf das nächste weitergegeben wird, bestimmt die Wärmeleitfähigkeit. Sie wird mit dem Wert Lambda angegeben. Je kleiner der Wert, desto besser die Wärmedämmung des Materials. In der DIN 4108-4 sind alle Lambda-Werte angegeben, die für die Berechnung des Energieverbrauchs verwendet werden müssen.